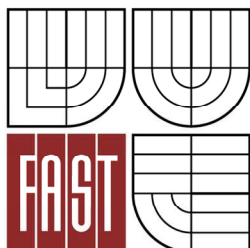




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

PROVOZNĚ-TECHNICKÝ STAV STOKOVÉ SÍTĚ

OPERATING AND TECHNICAL CONDITION OF THE SEWER NETWORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

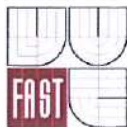
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Karolína Škařupová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JAROSLAV RACLAVSKÝ, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Karolína Škařupová

Název Provozně-technický stav stokové sítě

Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.

**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2011

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura


- 1) Klepsatel, F., Raclavský, J. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení, Bratislava: JAGA, 2007, ISBN 978-80-8076-053-3
- 2) Pasportizační podklady pro vybranou oblast stokové sítě
- 3) Související normy a legislativní podklady dle pokynu vedoucího bakalářské práce
- 4) Vybrané tituly periodika NO-DIG CzSTT
- 5) Vybrané tituly periodika ISTT - NODIG International
- 6) Další podklady dle aktualizace vycházející z průběhu řešení

Zásady pro vypracování

Bakalářka provede rešerši z oblasti problematiky zjišťování provozně-technického stavu stokových sítí. Součástí bakalářské práce bude modelový příklad stanovení stavebně-technického stavu vybrané části stokové sítě.

Předepsané přílohy

- Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací
- Rešerše z oblasti problematiky technického stavu stokové sítě
- Průvodní a technická zpráva
- Hydrotechnické výpočty
- Výkresová dokumentace a další přílohy dle pokynu vedoucího bakalářské práce


.....
doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce bylo zpracovat přehled metod, které slouží pro analýzu provozně-technického stavu stokových sítí. V rámci práce jsem zpracovala podpůrný softwarový program v Excelu, který vychází z navrhované TNV 756905 (Návrh) pro posuzování stokových sítí, kanalizačních přípojek a objektů. První část práce je zpracovaná formou rešerše a zabývá se metodami a přístroji na stanovení provozně-technického stavu stokových sítí. Pro lepší pochopení dané problematiky je tato část doplněna o informace z oblasti navrhování stokových sítí a kanalizačních přípojek. Druhá část se zabývá technickým posouzením části stokové sítě a zařazením podle kódovacího systému ČSN EN 13508-2 a TNV 756905 (Návrh).

Klíčová slova

provozně-technický stav, stoková síť, metody, hodnocení, klasifikace, průzkum

Abstract

The aim of this bachelor thesis was to prepare a list of methods which used for analyzing the operational and technical condition of the sewer network. In this thesis, I worked up a support software program in Excel which is based on the proposed 756905 TNV (Design) for the assessment of sewer networks, sewer systems and buildings. The first part is treated by means of research and deals with methods and apparatus to determine the operational and technical condition of the sewer network. To better understand the issue, this part be supplemented with information from the design of sewer networks and sewage connections. The second part deals with the technical assessment of the sewer network and classification coding system according to EN 13508-2 and 756,905 according to TNV (Design).

Keywords

operating and technical condition, sewer network, methods, assesment, classification, survey

Bibliografická citace VŠKP

ŠKAŘUPOVÁ, Karolína. *Provozně-technický stav stokové sítě*. Brno, 2012. 79 s., 4 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 17. 5. 2012

.....

podpis autora

Poděkování:

*Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Jaroslavu Raclavskému,
Ph.D. za vedení a odbornou pomoc při jejím vypracování*

Obsah

1	ÚVOD	3
2	HISTORIE STOKOVÁNÍ	4
2.1	PRVNÍ HISTORICKÉ ZÁZNAMY O VÝVOJI STOKOVÁNÍ	4
2.2	ROZVOJ STOKOVÁNÍ V ZAHRANIČÍ	5
2.3	ROZVOJ STOKOVÁNÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY	6
3	DEFINICE A ZÁKLADNÍ POJMY V OBLASTI STOKOVÁNÍ	8
4	STOKOVÝ SYSTÉM	10
4.1	ZÁKLADNÍ DĚLENÍ STOKOVÝCH SYSTÉMŮ	11
4.1.1	Průměrná životnost trub	12
4.1.2	Materiál kanalizačních trub	12
4.2	KANALIZAČNÍ PŘIPOJKA	16
4.3	STOKA	18
4.3.1	Základní dělení stoky	18
4.3.2	Základní návrhové parametry	20
4.4	OBJEKTY NA STOKOVÉ SÍTI	21
4.4.1	Vstupní šachty	21
5	FUNKČNOST STOKOVÉHO SYSTÉMU	23
6	PROVOZNĚ TECHNICKÝ STAV STOKOVÉHO SYSTÉMU	24
6.1	STAVEBNĚ-TECHNICKÝ PRŮZKUM	25
6.2	HYDRAULICKÝ PRŮZKUM	26
6.3	PROVOZNÍ PRŮZKUM	28
7	PORUCHY A PŘÍČINY PORUCH NA STOKOVÉM SYSTÉMU	30
7.1	KATEGORIE A ZATŘÍDOVÁNÍ TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÝCH SYSTÉMŮ DLE TNV 75 6905 (NÁVRH)	33
8	MĚŘENÍ PROVÁDĚNÁ PRO STANOVENÍ PROVOZNĚ-TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÝCH SYSTÉMŮ	36
8.1	MĚŘENÍ PRŮTOKŮ, RYCHLOSTÍ A HLADIN	36
8.1.1	Měření průtoků a rychlostí protékajícího média v tlakovém potrubí	41
8.1.2	Měření průtoků, rychlostí a hladiny protékajícího média v potrubí o volné hladině	43
8.2	MĚŘENÍ VODOTĚSNOSTI	47
8.2.1	Zkouška vzduchem	47
8.2.2	Zkouška vodou	47

8.3	STANOVENÍ TRASY STOKY	48
8.3.1	<i>Georadar</i>	48
8.4	MĚŘENÍ DEFORMACE.....	53
8.5	OPTICKÁ KONTROLA STÁVAJÍCÍHO STAVU	56
8.5.1	<i>Přenosné digitální zařízení</i>	57
8.5.2	<i>Pojízdné digitální zařízení</i>	61
8.5.3	<i>Inspekční systém umístěný ve voze</i>	63
9	ZHODNOCENÍ PROVOZNĚ-TECHNICKÉHO STAVU VYBRANÉ ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ....	64
9.1	POROVNÁNÍ KAMEROVÝCH PRŮZKUMŮ DLE HODNOT TECHNICKÝCH UKAZATELŮ	65
10	ZÁVĚR	66
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	68
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	73
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	74
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	76
	SUMMARY	77
	SEZNAM PŘÍLOH	79
	<i>Příloha 1 - Technické ukazatele a třídy poruch stokových sítí pro tuhé trouby</i>	80
	<i>Příloha 2 – Hodnocení kamerového průzkumu dle kódovacího systému ČSN EN 13508-2</i>	81
	<i>Příloha 3 – Vyhodnocení technického stavu stokových sítí</i>	83

1 ÚVOD

První zmínky o budování stokového systému sahají až do doby 5000 let př. n. l. Od té doby došlo k velkému rozvoji v konstrukcích, materiálech a použitých technologiích při výstavbě. Původní stoky budované z hliněných a kamenných trub byly nahrazeny moderními materiály, mezi které patří plast, beton, kamenina. Zdokonalování technologií umožnilo budování různých profilů stok. Nejběžnějším profilem stále zůstává kruhový, ale v podmínkách kdy není vhodné tento průřez použít, lze zvolit jiný, například tlamový nebo vejčitý. Původně budované jednotné stokové systémy jsou dnes nahrazovány oddílnými a kombinovanými systémy pro odvádění odpadních vod. V současnosti je snahou zajistit co nejdelší životnost stokového systému, které lze docílit správným návrhem projektu, výběrem vhodných materiálů, použitím správné technologie při výstavbě, pravidelným čištěním, údržbou a kontrolou. Právě pravidelná kontrola provozně-technického stavu stokového systému pomáhá odhalit vzniklé vady a poruchy a předcházet vzniku možných havárií. Pro stanovení se využívá spousta metod a přístrojů. Mezi nejběžnější patří vizuální prohlídka pomocí kamerových souprav. Na základě tohoto měření se vyhodnocuje provozně-technický stav, a pokud je stoka v havarijním nebo nevyhovujícím stavu, navrhuje se další doplňková měření. Mezi základní skupiny poškození, se kterými se lze setkat, patří netěsnost, překážky v průtoku, odchylky polohy, mechanické opotřebení, koroze, trhliny, prolomení, zřícení nebo zborcení potrubí.

Cílem této práce je seznámení s vybranými metodami, mezi které patří zjišťování průtoků, rychlostí a hladin, měření vodotěsnosti, zjišťování trasy vedení potrubí, měření deformace a optická kontrola stávajícího stavu pomocí kamerových souprav. U každé metody jsou uvedeny přístroje, kterými je možné dané měření provádět a podrobně jsou probrány nejmodernější z nich. Na závěr je provedeno provozně-technické zhodnocení částí stokového systému ve městě Vsetín, které vychází z výsledků provedeného kamerového průzkumu a je zaříděno a ohodnoceno podle kódovacího systému ČSN EN 13508-2 a TNV 75 6905 (Návrh). Součástí práce je vytvoření podpůrného softwaru v Excelu, který hodnotí technický stav stokové sítě.

2 HISTORIE STOKOVÁNÍ

2.1 PRVNÍ HISTORICKÉ ZÁZNAMY O VÝVOJI STOKOVÁNÍ

Počátky nakládání s odpadními vodami se datují již do doby 5000 let př. n. l. Ovšem první písemné zmínky o existenci kanalizačního systému a odpadové jámě pocházejí z roku 2600 př. n. l. z doby semitských Akadů sídlících v jižní části Mezopotámie, dnešní Irák, ve městě Babylon. Mezopotamská města měla zřízeny speciální kanalizační systémy na odvádění odpadních vod a podle vykopávek v městě Mohendžo-daro, rozkládající se na břehu řeky Indu, můžeme dokonce mluvit o koupelnách a splachovacích záchodech, které měly odtok do krytých kanálů pod ulicemi. Rovněž v městech na území tehdejší Sumeru byla budovaná městská kanalizace. Z ní byly vedeny přípojky k jednotlivým domům, kde byly ukončeny svislými šachtami. Do nich se pak vléval otvorem odpad [1].

Významné naleziště patří také do starověkého Řecka. Řecká města neměla vodárny a vodovodů bylo málo. Splašky se vylévaly na ulici z oken nebo ode dveří do otevřené kanalizace uprostřed ulice. Kanalizace s podzemními trubkami se zde začíná objevovat postupně od 5 do 2. století př. n. l. Latríny dlouho neexistovaly. Používaly se nočníky, které se vylévaly na ulici nebo do přírody. Bylo ovšem možné se koupat v četných městských kašnách. Od 5. století př. n. l. dávali lidé přednost lázni doma. Koupelny byly sice skromné, ale byly vybaveny umyvadly na koupání nohou. [2]. Starověké Řecko je také proslulé budovami veřejných lázní, které se začínají rozvíjet ve 4. století př. n. l. Mýdlo staří Řekové neznali. Někteří se třeli pískem, Athénané používali místo mýdla sodu. Spolu s řeckými lázněmi, jsou z této doby proslulé římské termální lázně [3].

Mezi jednu z nejvýznamnějších starověkých civilizací patří Egypt. V některých domácnostech existovaly koupelny a toalety se splachováním. Avšak odpadní vody z domů tekly uprostřed ulice. Záchodové mísy byly vyrobeny jako místnost s hliněnou nádobou zpola naplněnou pískem. V Egyptě se dbalo na hygienické předpisy a obyvatelé důkladně pečovali o své tělo. Myli se dvakrát denně a před jídlem. Mýdlo neznali. Pokožku si čistili oleji či pískem a natírali mastmi. Většina prostých Egyptanů nepoznala nikdy koupelnu. Zuby si čistili dřevěnými tyčinkami a žvýkali kuličky z myrhy [13].

2.2 ROZVOJ STOKOVÁNÍ V ZAHRANIČÍ

ANGLIE

Středověk byl nevábně proslulý špatnou hygienou obyvatelstva. Stavěly se víceposchodové domy, které neměly hygienické zařízení. Města to řešila veřejnými latrínami na březích řek. První pokrok přišel z Anglie ve 13. století, kdy zde byl vybudován první dům, který měl podzemní kanalizační systém, toalety a umývárny u každého pokoje. Byl to Westminsterský palác, dnes označován jako sídlo Parlamentu Spojeného království. První funkční splachovací klozet měla ale až Alžběta I. v roce 1596 a to v Richmondském paláci. Její hygienické zařízení se podobalo dnešnímu. Mělo nádržku s čistou vodou a místo splachovadlo klíčku u sedátka. Voda do mísy tryskala z důmyslně rozmístěných kanálků. Odpad neústil do kanalizace, ale do žumpy. Používání tohoto záchodu se všeobecně neujalo hlavně proto, že většina domů neměla přívod vody ani kanalizace [1].

Patent prvního skutečného splachovacího záchodu přišel až roku 1775 od Alexandera Cummingse, anglického hodináře, který vymyslel posuvný uzávěr mezi mísou a odpadem. Tento patent se dostal do Evropy, ale až v roce 1840. Do té doby se používaly obyčejné kýble, v lepším případě dřevěné latríny a vznešené dámy a pánové bohatě zdobené nočníky [1]. V Anglii byl také vynalezen aktivační proces na čištění odpadních vod a to v roce 1914 [31].

FRANCIE

První pařížské podzemní stoky vznikly již v římské době a jejich pozůstatky byly nalezeny pod úrovní dnešního bulváru Saint-Michel. Ve středověku byly stoky dlouho otevřené pod širým nebem. Roku 1374 byla v Paříži vybudovaná první kanalizační stoka z klenutého zdiva, ovšem až do 18. století se výkaly ze stoky shromažďovaly v žumpách [6].

Za vlády Ludvíka XIV. (1638-1715), přezdívaného král Slunce, používala vyšší šlechta jako toaletu trůny. Mýdlo bylo v této době považováno za kosmetický produkt a obličej se jím pouze lehce otíral. V Paříži v 18. století byl problém s hygienou natolik vážný, že roku 1790 válečný hygienik Jordán doporučil čištění vody přes velké pískové filtry [31].

Kanalizační systém je zde také spojen se jménem Eugen Belgrand, který se v 19. století významně podílel na rekonstrukci Paříže [6]. Za zlom ve vývoji čistírenských technologií je považováno založení Royal Commission on Sewage Disposal roku 1898 [31].

2.3 ROZVOJ STOKOVÁNÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Na území České Republiky pocházejí první zmínky o odvádění odpadu z doby raného středověku. K likvidaci výkalů na hradech sloužily suché záchody. Jejich situování bylo takové, že z něho výkaly vypadávaly přímo na hradby. Tyto tzv. prevéty jsou jedním z nejstarších kanalizačních útvarů. Je nesporné, že měly vlastně dvojí funkci, jak tělesnou úlevu, tak i zvyšovaly nedobytnost hradeb [1].

Jinak splašková kanalizace nebyla. Po ulicích vedly otevřené rigoly, do kterých se vylévalo vše, co mělo tekutou konzistenci. Tento primitivní způsob likvidace odpadů byl původcem nejen nesnesitelného zápachu, který se šířil zejména v letních měsících městem, ale i zárodkem častých epidemií jako mor a cholera, které se vždy neblaze podepsaly na úbytku počtu obyvatelstva. To vedlo k potřebě stavět uzavřené kanalizace, zpočátku mělké, později hlubší a budované z klasických zdících materiálů jako cihla a kámen. Tyto kanalizace obvykle končily v blízkých vodotečích nebo rybnících [7].

V Praze bylo v letech 1818-1828 vybudováno prvních 44 km stokové sítě. V roce 1865 vznikl úřad spravující pražskou kanalizaci a v roce 1876 Komitét pro řešení kanalizačních otázek. Ovšem až vznik republiky nastartoval velký rozvoj vodovodů a kanalizací, které byly předpokladem pro další růst obcí a měst. Největší rozvoj byl na počátku 30-tých let 20. století. Bohužel hospodářská krize jej zastavila. K dalšímu rozvoji došlo až po válce [31].

BRNO

Historický vývoj kanalizace města Brna se nijak nelišil od vývoje kanalizace jiných měst. Od 13. století sloužily v městě pro ukládání odpadu včetně výkalů odpadní jímky, které byly většinou v zadní části dvoru. Odpad tekutého charakteru byl vyléván na ulice, které začaly být od 14. století dlážděny, proto docházelo k situacím, kdy v době dešťů byly ulice mnohdy neschůdné. Ke zlepšení takto neutěšeného stavu se začaly budovat svodnice, stružky a rigoly, které měly zajistit odvedení nežádoucích vod mimo městskou zástavbu. Tyto se pak staly jakousi první primitivní kanalizací, neboť nesloužily jenom k odvádění srážkových vod, ale začaly se do nich vylévat i tekuté odpady z nemovitostí [7].

Počátkem 20. století byl již prakticky odkanalizován celý střed města. Celkem bylo vybudováno 75 km stok, převážně vejčitého a tlamového průřezu, které odváděly odpadní vody mimo městskou zástavbu. Po ukončení první světové války docházelo k rozvoji

výstavby kanalizace. V průběhu třicátých let až do roku 1938 se brněnská kanalizační síť rozrostla o 144,3 km nově vybudovaných stok. Tento rozmach byl ukončen druhou světovou válkou. Celková délka sítě bez přípojek vzrostla v období 1960 – 1963 téměř o 11 km na 407,3 km. V uvedeném období bylo dále provedeno 633 kanalizačních přípojek o celkové délce přes 4 km. Převážná část města, téměř 2/3 celkové rozlohy, byla odkanalizována jednotným systémem. Do stávající sítě jsou odváděny pouze splaškové vody a srážkové jsou vedeny samostatnou kanalizací přímo do toku. Oddílný systém je vybudován téměř ve všech sídlištích [7].

PRAHA

Historie spleť sítě pražských kanálů a stok sahá až do roku 1791, kdy byla započata stavba první kanalizační sítě. V roce 1893 se ve výstavbě pražské kanalizace angažoval anglický inženýr, sir William Heerlein Lindley, odborník mezinárodního věhlasu a stavitel moderních evropských kanalizačních a vodárenských zařízení. Projekt zahrnoval nejen návrh na desítky kilometrů stok a kanálů, které většinou fungují dodnes, ale také výstavbu kanalizační čistírny v Bubenči. Ta byla slavnostně spuštěna 27. června 1906. Kanalizační čistírna pracovala nepřetržitě až do roku 1967. V dubnu 1991 byl objekt prohlášen za kulturní památku a v této unikátní technické stavbě nyní sídlí Ekotechnické museum. Bubenečská budova je inspirativním prostorem, jenž zejména v posledních letech přilákal množství umělců [8].

3 DEFINICE A ZÁKLADNÍ POJMY V OBLASTI STOKOVÁNÍ

Zákon č.274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), uvádí definice, viz tab. 3.1 :

Tab. 3.1 – Definice vybraných pojmů ze zákona č.274/2001 Sb. [4]

POJEM	DEFINICE
JEDNOTNÁ KANALIZACE	Odpadní i splaškové vody se odvádí společným potrubím.
KANALIZACE	Provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Je to vodní dílo.
KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA	Samostatná stavby tvořená úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Není vodním dílem.
ODBĚRATEL	Je vlastník pozemku nebo stavby připojené na kanalizaci.
ODDÍLNÁ KANALIZACE	Odpadní vody i srážkové vody samostatným potrubím.
PROVOZOVATEL KANALIZACE	Osoba, která provozuje kanalizaci a je držitelem povolení k provozování této kanalizace vydané krajským úřadem.
PROVOZOVÁNÍ KANALIZACÍ	Souhrn činností, kterými se zajišťuje odvádění a čištění odpadních vod. Rozumí se jím zejména dodržování technologických postupů při odvádění, čištění a vypouštění odpadních vod, dodržování kanalizačního řádu, provozní měření, dohled na provozuschopnost kanalizací a dalších souvisejících činností.

Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), uvádí definice, viz tab. 3.2 :

Tab. 3.2 – Definice vybraných pojmů z vyhlášky č.428/2001 Sb. [10]

POJEM	DEFINICE
KANALIZAČNÍ STOKA	Potrubí nebo jiná konstrukce k odvádění odpadních vod nebo povrchových vod vzniklých odtokem srážkových vod.
PŘIVÁDĚCÍ STOKA	Kanalizační stoka k odvádění odpadních nebo srážkových vod do hlavního objektu kanalizace.
STOKOVÁ SÍŤ	Síť kanalizačních stok a souvisejících objektů odvádějící odpadní vody nebo srážkové vody přímo z kanalizačních přípojek do čistírny odpadních vod nebo jiných zařízení na jejich zneškodnění včetně vypouštění nečištěných odpadních vod do vodního recipientu.

Zákon č. 254/2001 Sb. O vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) uvádí definice, viz tab. 3.3 :

Tab. 3.3 – Definice vybraných pojmů ze zákona č.254/2001 Sb. [48]

POJEM	DEFINICE
PODZEMNÍ VODY	Vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami. Za podzemní vody se považují též vody protékající podzemními drenážními systémy a vody ve studních.
POVRCHOVÉ VODY	Vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu. Tento charakter ztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.

ČSN EN 752 Odvodňovací systém vně budov uvádí definice, viz tab. 3.4 :

Tab. 3.4 – Definice vybraných pojmů z ČSN EN 752 [11]

POJEM	DEFINICE
EXFILTRACE	Únik vod z odvodňovacího systému do zeminy.
GRAVIAČNÍ SYSTÉM	Odvodňovací systém, kde k proudění dochází vlivem tíže a převážně s volnou hladinou.
INFILTRACE VODY	Nežádoucí vnikání vody do odvodňovacího systému.
JEDNOTNÁ SOUSTAVA	Soustava ke společnému odvádění znečištěných a srážkových povrchových vod jednou sběrnou soustavou.
ODDÍLNÁ SOUSTAVA	Soustava k oddílnému odvádění znečištěných a srážkových povrchových vod samostatnou sběrnou soustavou.
ODPADNÍ VODY	Vody odváděné v jakékoliv kombinaci z domácností, průmyslu a jiných provozů, včetně dešťových a nepředvídatelných balastních vod.
ODVODŇOVACÍ SYSTÉM	Přirozený nebo umělý systém sloužící k odvádění vody z daného povodí.
PROVOZ,OBSLUHA	Činnosti prováděné během běžné funkce odvodňovacího systému.
SPLAŠKOVÉ ODPADNÍ VODY	Vody odváděné z kuchyní, prádel, umyvadel, koupelen, záchodů a podobných zařízení.
STAVEBNÍ STAV SYSTÉMU	Stav stok nebo potrubí se zřetelem na jejich stavební konstrukci.
STOKA	Podzemní vedení nebo jiný konstrukce k odvádění odpadních vod z více zdrojů.
STOKOVÝ SYSTÉM	Síť stok, kanalizačních přípojek a objektů k odvádění odpadních vod do čistírny odpadních vod nebo do jiného místa zabezpečení.
TLAKOVÉ POTRUBÍ	Potrubí určené k dopravě odpadních vod pod tlakem.
ÚDRŽBA	Průběžná opatření prováděná k zajištění provozuschopnosti odvodňovacího systému.
VSTUPNÍ ŠACHTA	Kanalizační šachta s odnímatelným poklopem, umístěná na stoce nebo potrubí, která umožňuje vstup osob.

4 STOKOVÝ SYSTÉM

V této kapitole jsou použity pojmy a definice převzaté z ČSN EN 752 a ČSN 75 61 01.

Cílem pro výstavbu prvních stokových systémů byl rozvoj městského osídlení, což mělo za následek vznik a šíření infekčních nemocí, jako byl mor a tyfus, které se ve městech vyskytovaly z důvodu velké akumulace odpadních vod a odpadků v ulicích [12]. Kromě zdravotních důvodů pro zřizování stokových zařízení se uplatňovaly i důvody hospodářské a estetické [14].

Účelem stokových systémů je spolehlivé, hospodárné a zdravotně neškodné odvádění odpadních vod z určeného území nebo připojené nemovitosti do zařízení na čištění odpadních vod a posléze do vodního recipientu. Tím stokový systém a kanalizační přípojky zajišťují ochranu vodního recipientu před znečištěním odpadními vodami z urbanizovaného povodí. Pro spolehlivé a hospodárné odvádění dešťových vod do dešťových stok oddílné stokové soustavy nebo stok jednotné stokové soustavy se doporučuje využívat zpomalení odtoku dešťových vod povrchovou retencí, ve stokové síti trubní retencí, retenčními nádržemi nebo vsakováním [9].

V České Republice je vybudovaná kanalizační síť v celkové délce 41 911 km a na ni je připojených 8 672 000 obyvatel z celkového počtu 10 532 770. Počet vybudovaných kanalizačních přípojek je 1 448 000 a jejich celková délka je 14 292 km [49].

Stokovým systémem odvádí různé druhy odpadních vod, mezi základní typy patří [9] :

- splaškové odpadní vody;
- infekční odpadní vody;
- průmyslové odpadní vody;
- odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby;
- srážkové vody;
- ostatní odpadní vody.

4.1 ZÁKLADNÍ DĚLENÍ STOKOVÝCH SYSTÉMŮ

Dle způsobu odvádění odpadních vod se rozlišuje stoková soustava [14], [11] :

- jednotná soustava;
- oddílná soustava;
- modifikovaná soustava.

Většina odvodňovacích systémů v České Republice je koncipovaná jako jednotná stoková soustava, která zajišťuje dopravu všech druhů odpadních vod společným potrubím směrem k čistírně odpadních vod. V jednotné stokové soustavě protéká při dešťovém období stokou směs splašků a dešťových odpadních vod, jejichž množství obvykle mnohonásobně přesahuje průtok splašků. Dnes se z ekologických a hygienických hledisek od návrhu této soustavy upouští [14].

Na rozdíl od jednotné stokové soustavy, soustava oddílná odvádí různé druhy odpadních vod samostatnými trasami stokové sítě. V zájmovém území jsou položeny vždy minimálně dvě soustavy, z nichž každá je určena pro odvádění jiného druhu odpadních vod. Obvykle bývá jedna soustava na odvádění splaškových vod a druhá na odvod dešťových vod [14].

Soustava modifikovaná vzniká kombinací jednotné a oddílné stokové soustavy v rámci odvodnění jednoho urbanizovaného celku. Princip spočívá v tom, že splaškové vody jsou odváděny hluboko uloženými stokami, dešťové vody mělce uloženým potrubím. Při přívalu nejvíce znečištěné dešťové vody na začátku deště se prázdní spojovacím potrubím ze dna dešťových stok v šachtách do stok splaškových. Po jejich zahlcení nad úroveň dna dešťových stok dochází k odtoku srážkové vody dešťovými stokami přímo do recipientu [14].

Z uvedeného lze tedy vyvodit, že ani jedna soustava není ideální z hlediska současných požadavků pro řešení libovolného zájmového území. Proto se v současnosti začínají uplatňovat různé kombinace stokových soustav.

Stokový systém se skládá z [11]:

- stokové sítě;
- kanalizační přípojky;
- objektů na stokové síti.

4.1.1 Průměrná životnost trub

Životnost kanalizačních trub je dána dle druhu materiálu použitého při výstavbě. Průměrnou životnost uvádí tab. 4.1.

Tab. 4.1 – Průměrná životnost kanalizačních trub [16],[41]

MATERIÁL	PRŮMĚRNÁ ŽIVOTNOST [ROKY]
Litina	100
Kamenina	100
Polyvinylchlorid	40-60
Polypropylen	40
Polyetylen	40-60
Železobeton	50-80
Beton	35-50
Čedič	150

4.1.2 Materiál kanalizačních trub

Materiál se volí podle účelu a plánované životnosti a musí umožňovat bezpečné a účinné čištění stok.

Požadované vlastnosti materiálů stokové soustavy jsou:

- chemická odolnost proto odpadním vodám;
- odolnost proti horké vodě;
- pevnost proti vnějším i vnitřním tlakům;
- tvarová stálost;
- nízká hořlavost;
- dlouhá životnost;
- hladké stěny;
- odolnost proti otěru;
- odolnost proti korozi;
- jednoduchá montáž;

- kvalitní spoje;
- vodotěsnost.

Stoky mohou být monolitické, betonované přímo na místě, nebo prefabrikované, vyráběné ze stavebních dílců. Často se vnitřní líc chrání úplným nebo částečným obložením, které může být provedeno jako vyzdívka, výstelka nebo povlak. Jako materiál se na obložení používá kamenina, tavený čedič, sklolaminát, plasty, odolný kámen a podobné materiály. Při obkládání je potřeba použít odolné pojivo na obklady a spáry s vhodně zvolenou technologií, aby nedocházelo k odlupování [14],[9].

Mezi vyhovující materiály na výstavbu stokové sítě patří kamenina, prostý beton, železobeton, litina, čedič, plast, sklolaminát, vláknocement, polymerbeton a v minulosti se používaly kanalizační cihly. Ocel je nevyhovujícím materiálem a používá se pouze pro provizorní stoky, obtoky a chráničky [9]. Přehled základních materiálů použitých při výstavbě stok uvádí tab. 4.2. Níže uvádím popis vybraných trubních materiálů používaných v České Republice.

Tab. 4.2 - Přehled základních materiálů [14],[9]

NEPLASTOVÉ		PLASTOVÉ
KOVY	NEKOVY	
šedá litina	kamenina	polyvinylchlorid
tvárná litina	vláknocement	polypropylen
	prostý beton	polyetylen
	polymer beton	
	železobeton	
	čedič	
	sklolaminát	

ŽELEZOBETONOVÉ TROUBY

Železobetonem se nazývají betonové konstrukce, do kterých se vkládají různé ocelové prvky. Beton vzniká smícháním cementu, hrubého a drobného kameniva, vody, příměsí a přísad. Stejně jako každý přírodní kámen má ale malou pevnost v tahu. Je tedy vhodný pro konstrukce namáhané především pouze v tlaku. Vloženou výztuží se zesiluje konstrukce především v tahové zóně. Ocel je schopna zachytit tahové síly. Mezi výhody patří pevnost v tahu a tlaku, pevnost, formovatelnost, trvanlivost. Mezi nevýhody patří krátká životnost a špatná odolnost na agresivní média [59].

KAMENINOVÉ TROUBY

Jedná se o potrubí vyrobené z přírodních kameninových jííl s příměsí ostřiv, které zlepšují pevnost. Po vypálení je povrch trub pokryt glazurou, která zajišťuje nenasákavost trub a odolnost povrchu [17]. Pro laboratoře a tam, kde se používají koncentrovanější kyseliny, se navrhuje trouby a tvarovky z kyselinovzdorné kameniny [18].

Potrubí z kameniny vykazuje dlouhou životnost, která bývá odhadovaná na 100 let. Ještě dnes můžeme v některých městech objevit funkční kanalizační potrubí vybudované v 19. století. Bohužel toto potrubí vykazuje značné poruchy, proto můžeme očekávat netěsnosti [16].

Výhodou kameninových potrubí je jeho dlouhá životnost, odolnost vůči obru a působení zemní vlhkosti. Jelikož se vyrábí z domácích surovin, jedná se o levný materiál. Kamenina je také tvrdá a odolná proti chemickým vlivům a korozi.

Nevýhodou tohoto materiálu jsou především špatné mechanické vlastnosti, které zahrnují velkou křehkost, vysokou hmotnost a nízkou pevnost, která podmiňuje velkou tloušťku stěn. Potrubí z kameniny špatně snáší nárazy a velké tlaky. Špatně se zkracují, protože lom na rýze vysekané sekáčem je nepravidelný, a pak konce nelze přesně osadit a spoje utěsnit.

TROUBY Z PLASTU

Plasty jsou makromolekulární látky, které se získávají chemickou přeměnou přírodních látek nebo syntetickou cestou z organických sloučenin [16]. Z hlediska původu základních surovin pro výrobu plastů je dělíme na přírodní a umělé. Z přírodních hmot je nejvýznamnější kaučuk, který se připravuje ze šťávy kaučukovníkových stromů. Převážné množství výrobků z plastů je vyráběno z umělých látek. Surovinami pro jejich výrobu jsou ropa, uhlík a zemní plyn. Plasty se zpracovávají různými způsoby s uplatněním tepla a tlaku. Podle chování plastů při působení tepla je pak dělíme na termoplasty a reaktoplasty [19].

Výhodou plastů je vysoká životnost, malá hmotnost, odolnost proti korozi a proti zarůstání. Potrubí z plastických hmot vykazuje také odolnost proti chemickým látkám. Většina druhů plastů je recyklovatelná, a tedy tolik neškodí životnímu prostředí. Potrubí také vykazuje vysoké tepelné a hlukové vlastnosti, je tepelně nevodivé proto vyžaduje menší náklady na izolaci. Vykazuje vynikající hydraulické vlastnosti, zejména malé tlakové ztráty. Velkou předností je také rychlá a jednoduchá montáž. Dnešní technologie už dovedou vyrábět trouby a tvarovky s minimální tloušťkou stěny, které podporuje rychlejší proudění média.

Nevýhodou plastových potrubí je malá tepelná odolnost, kdy potrubí z plastů dokáže odolávat vyšším teplotám jen krátkodobě překročitelných. Nízké provozní teploty naopak vedou ke zvýšené křehkosti. Plasty vykazují větší teplotní roztažnost a malou odolnost proti mechanickému poškození.

Potrubí stoky vyráběné z plastů obvykle bývá vyráběno jako termoplast. Jedná se především o polyvinylchlorid, polyetylen a polypropylen [19].

Polyvinylchlorid (označovaný jako PVC) se vyrábí polymerací vinylchloridu buď jako tvrdý, značený Novodur, nebo jako měkký či měkčený, označován Novoplast [19]. Mechanické vlastnosti jsou závislé na teplotě. Při teplotě kolem 5 °C je velmi tvrdý a křehký, při teplotách nad 80 °C měkne a dá se tvarovat. Trvale použitelný, bez známek poruch je do teploty 40 °C [18]. PVC je bílá, tvrdá, samozhašitelná až hořlavá hmota, která je odolná proti vodě. Není mrazuvzdorný a nevede elektrický proud. Působením různých klimatických účinků stárne [19].

Polyetylen se vyrábí polymerací etylenu jako nízkohustotní polyetylen (LDPE), středněhustotní polyetylen (MDPE), vysokohustotní polyetylen (HDPE). LDPE se vyrábí za tlaku 50 až 300 MPa při teplotě 150-300 °C, HDPE za tlaku 0,1 MPa při teplotě do 100 °C a HDPE v rozmezí mezi oběma [19].

Polyetylen je bílá, neprůhledná hmota podobná vosku, pružná, nerozbitná a nesnadno hořlavá. Je odolná proti působení vody a má dobrou chemickou odolnost. Menší odolnost vykazuje proti klimatickým účinkům, tvrdne, křehne a na povrchu se tvoří trhlinky [19].

Polypropylen se vyrábí polymerací [18]. Ve srovnání s polyetylen vykazuje menší teplotní roztažnost a je použitelný v závislosti na typu i pro vyšší teploty a je tvrdší. Spojování se provádí polyfúzním svařováním nebo mechanickými spojkami, nikdy jej však nesmíme lepit [17].

4.2 KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA

Kanalizační přípojka je samostatná stavba tvořená úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Není vodním dílem. [4].

Při navrhování kanalizační přípojky se vychází z normy ČSN 75 61 01, která definuje následující [9]:

- každá nemovitost připojená na stokovou síť, domovní čistírnu vod nebo žumpu má mít samostatnou kanalizační přípojku. Odvodnění dvou nebo více nemovitostí jednou domovní kanalizační přípojkou nebo odvodnění rozsáhlé nemovitosti několika přípojkami je možné u domovní čistírny odpadních vod nebo žumpy;
- počet, poloha a jmenovitá světlost kanalizační přípojky se navrhuje s ohledem na hospodárnost provedení a budoucí provoz;
- nejmenší jmenovitá světlost potrubí kanalizační přípojky je DN 150, pokud budeme navrhovat světlost větší než DN 200, což obvykle bývá u průmyslových staveb, je nutno k projektové dokumentaci doložit hydrotechnický výpočet;
- nejmenší dovolený sklon kanalizační přípojky jmenovité světlosti DN 150 je 2 %, DN 200 je 1 % a největší dovolený sklon je 40 %.

Při navrhování musíme zajistit přístupnost do kanalizační přípojky pro provedení kontrol a údržby. Na kanalizační přípojce proto budujeme vstupní šachty nebo čistící kusy. Při větších jmenovitých světlost musí být potrubí vybaveno měrnou šachtou pro umožnění měření průtoku [9].

Materiál pro výstavbu potrubí se volí nejčastěji plast nebo kamenina, výjimečně se potrubí vyrábí z betonových nebo železobetonových trub. Více o vlastnostech materiálu pro výstavbu je uvedeno v kapitole 4.1.2.

Kanalizační přípojku lze rozdělit podle různých hledisek. K základním patří rozdělení na základě unášejících sil odpadní vody, viz tab. 4.3, rozdělení dle způsobu odvádění odpadních vod, viz tab. 4.4 a rozdělení dle způsobu napojení kanalizační přípojky na stokovou síť, které uvádí tab. 4.5.

Tab. 4.3 – Dělení kanalizační přípojky dle sil unášejících odpadní vodu[14],[9]

DLE SIL UNÁŠEJÍCÍCH ODPADNÍ VODU	GRAVITAČNÍ	Odpadní voda odtéká přirozeně po spádu potrubí.
	TLAKOVÁ	Odpadní voda se shromažďuje v akumulačním prostoru čerpací stanice odpadních vod a následně je po naplnění předčerpána do nejbližšího gravitačního potrubí případně přímo do veřejné kanalizace. Tento systém se používá, pokud vnitřní kanalizace vyúsťuje níže, než je dno potrubí stokové sítě.
	PODTLAKOVÁ	Odpadní vody jsou čerpány stejně jako u tlakové kanalizace, avšak čerpací zařízení je umístěno na stokové síti.

Tab. 4.4 – Dělení kanalizační přípojky dle způsobu odvádění odpadních vod [14],[9]

DLE ODVÁDĚNÍ ODPADNÍCH VOD	JEDNOTNÁ	Dešťové vody jsou odváděny společně se splaškovými odpadními vodami společným potrubím.
	ODDÍLNÁ	Dešťové vody jsou odváděny samostatnými potrubím odděleně od vod splaškových. Tento druh se užívá například, pokud je na vnitřní kanalizaci objekt na předčištění nebo kanalizační přípojka je tlaková. Oddílná kanalizační přípojka tedy může být splašková nebo dešťová.

Tab. 4.5 - Způsoby napojení kanalizační přípojky na stokovou síť [14],[9]

ZPŮSOB NAPOJENÍ KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY NA STOKOVOU SÍŤ	DO POTRUBÍ STOKY	ODBOČKOU	
		KANALIZAČNÍ VLOŽKOU	
	DO KANALIZAČNÍ ŠACHTY	KONCOVÁ ŠACHTA	PRUSTUP DO DNA ŠACHTY
			VYTVOŘENÍ SPADIŠŤOVÉ ŠACHTY
			VYTVOŘENÍ SPADIŠŤOVÉHO STUPNĚ
		PRUBĚŽNÁ ŠACHTA	PRUSTUP DO DNA ŠACHTY
			VYTVOŘENÍ SPADIŠŤOVÉ ŠACHTY
			VYTVOŘENÍ SPADIŠŤOVÉHO STUPNĚ

4.3 STOKA

Stoka je podzemní potrubí nebo jiná konstrukce k odvádění odpadních vod z více zdrojů [11].

Při navrhování stoky se musí respektovat požadavky pro provoz a údržbu stok a kanalizačních přípojek.

Volba stoky musí vycházet ze zásad, které zajišťují hospodárnost návrhu a ochranu životního prostředí. Při jejím návrhu se vychází nejen z těchto zásad, ale musíme zohlednit i také morfologii terénu a druhy odváděných odpadních vod. Na základě těchto poznatků je snahou navrhnout nejlepší možné řešení.

Na obr. 4.1 je zobrazen soutok tří stok ve spojně komoře.



Obr. 4.1 – Stoka [32]

4.3.1 Základní dělení stoky

Stoku můžeme dělit podle mnoho hledisek a kritérií. Mezi základní patří dělení dle hnací síly, která unáší odpadní vodu, dle průřezu a podle příčného profilu.

Dle hnací síly se rozlišuje stoka [14] :

- gravitační, kde odpadní vodu pohání gravitační síla a je zde nutno vybudovat dostatečný spád stoky;
- stoka s nuceným pohybem vody, která může být podtlaková nebo tlaková.

Dle průleznosti se rozeznává stoka [19],[20] :

- neprůlezná, do které je lidem vstup zakázán a má průměr do DN 800;
- průlezná, která má u kruhových stok minimální průměr DN 800 a u ostatních profilů šířku minimálně 600 mm a výšku minimálně 800 mm;
- průchozí, která má minimální průchozí profil o šířce 600 mm a výšce 1500 mm.

Dle příčného profilu lze rozeznat profil stoky[12],[14] :

- vejčitý;
- kruhový;
- tlamový.

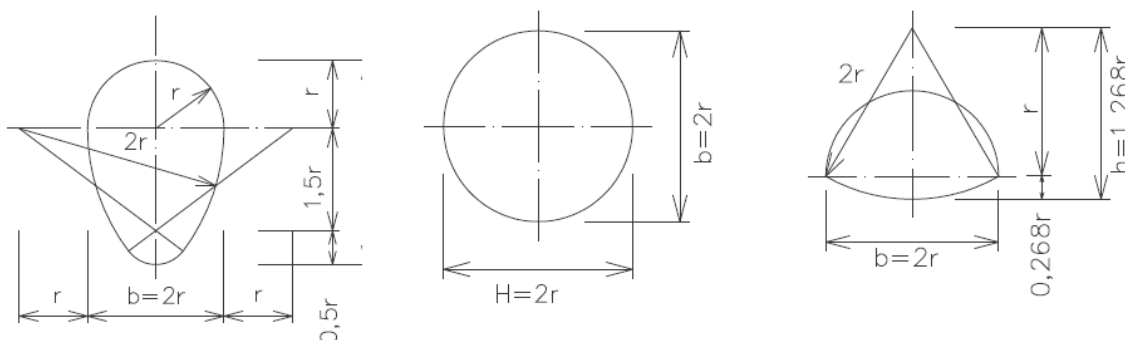
Vejčitý profil se někdy označuje jako vídeňský nebo pražská normál a obvykle se využívá pro jednotnou stokovou soustavu. Dolní část je užší, má menší průtočnou plochu a tak udržuje minimální rychlost proudění. Při dešti se stoka zaplní celá, průtočná plocha se zvětší, což utlumí vzrůst rychlosti. Dolní část profilu, někdy nazývaná žlábek, je nejvíc obrušovaná, proto se vykládá odolným materiálem. Vejčitý profil má z příčných profilů nejlepší hydraulické a statické vlastnosti. Navrhnout jej můžeme pouze při dostatečné výšce nadloží. Stoky vejčitého profilu pražského normálu jsou zděné v 10 třídách dle pražských normálí [14].

Kruhový profil se používá pro domovní přípojky a menší profily stok. Kruhový průřez mívají i kolektory, což jsou největší stoky, obvykle ražené jako tunel. Jeho výhodou je nejjednodušší výroba prefabrikátu a jedná se o nejvýhodnější tvar pro čištění. Staticky je ovšem méně výhodný než vejčitý [14].

Tlamový profil se používá pro velké stoky. Jeho horní část funguje jako mostní profil. Tíha materiálu nad stokou se rozkládá do stran, takže zabraňuje zborcení stoky. Lze jej navrhnout ve stísněných geologických poměrech a při nízkém nadloží. Z uvedených profilů je ale nejméně hydraulicky a staticky výhodný [14].

Schéma jednotlivých příčných profilů jsou zobrazena na obr. 4.2.

Návrh tvaru příčného profilu stoky je dán konkrétními hydraulickými, provozními, stavebními, ekonomickými, geologickými a jinými požadavky [14]. Každý profil má své výhody a nevýhody, které se musí při návrhu zvážit a na základě této charakteristiky se rozhodne, které příčný profil použijeme při návrhu.



Obr. 4.2 – Vejčitý, kruhový a tlamový profil stoky [14]

4.3.2 Základní návrhové parametry

Základní návrhové parametry byly převzaty z normy ČSN 75 61 01.

PRŮTOK ODPADNÍCH VOD

Největším průtokem odpadních vod v gravitační stoce se rozumí kapacitní průtok, který odpovídá kapacitnímu plnění. Jeho hodnota je dosažena při vrcholovém plnění průtočného průřezu a při ztrátách třením, shodných se sklonem potrubí [9].

SKLON STOKY

Sklon se navrhuje tak, aby bylo zabráněno zanášení. Nejmenší sklon gravitační stoky jednotné a oddílné soustavy odvádějící dešťové vody má být z hlediska zanášení takový, při kterém hodnota $1/m$ návrhového dešťového průtoku vyvolá v navrženém stokovém profilu tečné napětí větší než 4 Pa , pro plastové a sklolaminátové potrubí více než 3 Pa , kde m je rovno podílu výpočtové intenzity deště. U stok odvádějící jiné odpadní vody se tečné napětí posoudí pro jejich průměrný denní průtok. U stok malých profilů se dostatečně zabrání zanášení při návrhu sklonu nejméně $1/\text{vnitřní průměr potrubí}$ [9].

RYCHLOST VODY V POTRUBÍ STOKY

Maximální průřezová rychlost odpadních vod při kapacitním plnění ve stokách může být až 5 m/s. V objektech a stokách budovaných z kameninových, litinových, sklolaminátových a čedičových trub, některých plastových trub nebo čedičových tvárnic může být maximální rychlost až 10 m/s. V monolitických stokách z prostého betonu a železobetonu se doporučuje chránit vnitřní profil stoky už při rychlostech nad 3 m/s [9].

Minimální průřezová rychlost odpadních vod ve výtlacném potrubí má být pro splaškové, dešťové a průmyslové odpadní vody 0,8 m/s s přihlédnutím na obsah tuhých látek v odpadních vodách [9].

DIMENZE STOKY

Na gravitační stokové soustavě se nesmí používat potrubí menší jmenovité světlosti než DN 250 pro potrubí z kameniny, plastů a sklolaminátů, nebo DN 300 pro potrubí z jiných materiálů. Toto neplatí pro potrubí s tlakovým nebo podtlakovým režimem proudění [9].

Ve výtlacném potrubí má být nejmenší jmenovitá světlost DN 150, ve výjimečných případech DN 80, pokud je zabezpečeno potrubí proti ucpání a umožňuje čištění [9].

4.4 OBJEKTY NA STOKOVÉ SÍTI

V kapitole 5 se budu zabývat metodami pro stanovení provozně-technického stavu šachet, proto budou z objektů na stokové síti probrány pouze šachty.

4.4.1 Vstupní šachty

Kanalizační šachta je objekt na stoce nebo kanalizační přípojce umožňující kontrolu z povrchu nebo vstup za účelem její revize, čištění, opravy a větrání. Vstupní šachta je objekt na veřejné stokové síti umožňující přístup obsluhy do kanalizačního systému při revizích. Vstupní šachta slouží i pro dopravu vytěženého materiálu a v některých případech také jako větrací otvory [20]. Na obr. 4.3 je zobrazena kanalizační šachta ještě před zabudováním do stokového systému.

Vstupní šachta musí být umístěna a provedena tak, aby byla zajištěna správná funkce stokové sítě a aby mohly být bezpečně vykonány všechny práce potřebné při provozu, čištění a údržbě stok [9].

Navrhuje všude tam, kde se mění směr přímých úseků trubních stok, kde se mění sklon stoky, příčný profil stoky nebo materiál, na horním konci každé stoky a v místě spojení dvou nebo více stok, pokud v těchto místech nejsou nahrazeny jiným objektem, který splňuje současně účel revizní nebo vstupní šachty [9].

Přednostně se navrhují typové šachty s prefabrikovaným dnem, které jsou ve třech základních typech [20] :

- vstupní šachty na stokách s profilem do DN 600;
- vstupní šachty na stokách s profilem větším než DN 600;
- vstupní šachty na stokách realizovaných podzemními metodami.

Poklop šachty by měl být přístupný, s pevnostní třídou dle typu komunikace a umístěný tak, aby maximálně zabraňoval či znemožňoval vtok povrchových vod do kanalizační šachty. Vstup je zajištěn za pomoci jednoho kapslového stupadla v kónické skruži a níže umístěných žebříkových stupadel [20].

Minimální světlý půdorysný rozměr manipulační části kruhové vstupní šachty je 1000 mm, u obdélníkové 800mm x 1000mm. Minimální světlý půdorysný rozměr kruhového šachtového komínu je 800 mm [9].

Vzdálenost dvou vstupních šachet v přímé trati průlezných i neprůlezných stok má být nejvýše 50m [9].

Připojení nebo spojení do průměru DN 400 se provádí ve spojně šachtě, eventuálně spadišťové šachtě. Spojení stok ve spojných komorách se používá tam, kde dochází k soutoku stok o profilu DN600 a větším [20],[9].



Obr. 4.3 – Betonová vstupní šachta [5]

5 FUNKČNOST STOKOVÉHO SYSTÉMU

Základním požadavkem stokových sítí, kanalizačních přípojek a šachet na stokové sítí je jejich funkčnost. Je to soubor úloh zaměřených na posouzení a optimalizaci transportní a retenční schopnosti. Řešení funkčnosti objektů na stokové sítí je nedílnou součástí posudku. Funkčnost je ovlivněna návrhem, provozováním, údržbou a četností prováděných kontrol. Mezi základními funkčními požadavky patří ochrana před povodňovými stavy vzniklých na stokové sítí, provozuschopnost systému, ochrana povrchových vodních recipientů před možným znečištěním, ochrana podzemních vod před možnou infiltrací odpadních vod z potrubí, ochrana před pachy a toxickými, výbušnými a korozivními plyny nacházejících se v potrubí, ochrana před hlukem a vibracemi do okolí, dlouhodobá životnost materiálů, zajištění potřebných průtoků v systému při odvádění odpadních vod, vodotěsnost stokové sítě, kanalizačních přípojek a objektů, zamezení ohrožení sousedních objektů na sítí technické infrastruktury. Tyto funkční požadavky se vztahují na stokovou síť včetně všech stavebních objektů na ni. Musí se stanovovat s ohledem na možné změny v systému, aby i nadále byla zajištěna požadovaná funkčnost a splněny prvotní předpoklady o chování systému [11],[21].

Každý funkční požadavek se může vztahovat na více než jeden cíl, mezi které patří [11]:

- Bezpečnost a ochrana zdraví veřejnosti, která dále zahrnuje:
 - ochranu před šířením nemocí způsobenými kontaktem s vodami obsahujícími znečištění;
 - ochranu zdrojů pitné vody před kontaminací znečištěním obsaženým ve vodě;
 - odvod přívalových dešťů a srážkových povrchových vod.
- Bezpečnost a ochrana zdraví pracovníků, která dále zahrnuje:
 - snížení rizika pro bezpečnost a ochranu zdraví pracovníků obsluhy.
- Ochrana životního prostředí, která dále zahrnuje:
 - návrh, obsluhu, údržbu a sanaci systémů, aby byl dopad na životní prostředí nejmenší;
 - splnění požadavků národních či místních předpisů.
- Zajištění trvale udržitelného zdroje, který dále zahrnuje:
 - použití materiálů minimalizujících vyčerpání konečných zdrojů.
 - minimalizovat vlivy na životní prostředí.

6 PROVOZNĚ TECHNICKÝ STAV STOKOVÉHO SYSTÉMU

Hodnocení provozně-technického stavu stokového systému vychází ze stavebně-technického, hydraulického a provozního průzkumu a jejich cílem je zajištění a dodržení funkčních požadavků. Jelikož se funkční požadavky vztahují i na objekty vybudované na stokové síti, jsou průzkumy a metody jejich zjišťování popsány pro stokové sítě, kanalizační přípojky a šachty na stokové síti.

Všechny průzkumy se provádějí za účelem zjištění funkčnosti a provozuschopnosti odvodňovacího systému a jeho částí. Zahrnují průzkumy zaměřené na strategické plánování, plánování provozu, údržby a čištění a také zahrnují průzkumy k zjištění poruch a vad. Účel průzkumů ovlivňuje druh a způsob jakým se provádí. Na základě tohoto vychází i jeho hodnocení.

Před zahájením průzkumu, ať už se jedná o stavebně-technický, provozní nebo hydraulický průzkum, se musí shromáždit informace o posuzovaném systému.

K základním informacím patří dle ČSN EN 752 [11]:

- údaje o poloze, tvaru a druhu materiálu všech stok, kanalizačních;
- údaje o poloze, hloubce, materiálu a výškových kótách kanalizačních šachet;
- údaje o poloze připojení kanalizačních přípojek do stokové sítě;
- potřebná povolení a právní požadavků;
- dosavadní opatření obsluhy a údržby;
- druhy a množství odpadních vod a jejich limitní hodnoty;
- průběhy dosavadních kontrol;
- vliv na životní prostředí;
- stavební stav stokové sítě, kanalizačních přípojek a šachet;
- jakost vypouštěné odpadní vody do vodního recipientu;
- úrovně hladin a rychlost proudění vody;
- geologické poměry v podloží a obsypu;

- ochranná pásma podzemních vod;
- ochranné pásmo stokové sítě od ostatních objektů;
- údaje o dřívějších zkouškách.

Na základě těchto informací se provádí průzkumy a určuje se, který průzkum se bude provádět, a stanovují se metody jejich provádění a ohodnocení [11].

6.1 STAVEBNĚ-TECHNICKÝ PRŮZKUM

Je nutné zajistit, aby průzkum probíhal cíleně. Pozornost musí být věnovaná především stáří materiálů a umístěním stávající infrastruktury, geotechnickým poměrům a náchylnosti potrubí k poškození [11]. Posouzení stavebně-technického stavu je důležitým vstupním údajem pro plánování obnovy stokové sítě. Výskyt a rizika poruch stokových sítí se v průběhu životnosti mohou zásadně měnit. V krajních případech může mít porucha podobu havárie[21].

Při zjišťování stavebně-technického stavu se vychází z vnitřní nebo vnější inspekce stoky a objektů. Na základě použité inspekce se vybere druh použité metody a měřicí přístroje [23]. Seznam jednotlivých metod a přístrojů se uvádí tab. 6.1.

Výsledky stavebně technického průzkumu mohou mít význam i při posuzování hydraulické účinnosti [11].

Cíle zjišťování stavebně-technického průzkumu je:

- nepřípustná tvorba trhlin;
- deformace potrubí;
- posunutí spoje potrubí, odchylka polohy;
- připojení kanalizační přípojky;
- vrůstání kořenů;
- pokles a sedání potrubí;
- poškození šachet;
- mechanické poškození a koroze materiálu.

Pro zajištění správné stavební a technické funkce systému, musíme v rámci stavebně-technického průzkumu stanovit možná řešení, která vedou k udržení dobré stavební funkce, neohrozí technický stav nebo přispějí k jeho zlepšení.

Možné řešení může zahrnovat ochranu stavební konstrukce stok vhodnými výstelkami nebo vnitřními povlaky, sanaci neboli opravu stavební konstrukce stok, renovaci neboli opatření vedoucí ke zlepšení funkčních vlastností stok a potrubí a obnovu, která spočívá ve vybudování nových úseků ve stávající nebo nové trase [11].

Tab. 6.1 – Metody pro stanovení stavebně-technického stavu stokového systému [11], [41]

METODY	VNĚJŠÍ INSPEKCE	VIZUÁLNÍ STAV	POCHUZKA	FOTOAPARÁT
			KAMEROVÁ SOUPRAVA	
			GEOFYZIKÁLNÍ PRUZZKUM	
			PRUZZKUM STAVENIŠTĚ A STAVBY	
	VNITŘNÍ INSPEKCE	VIZUÁLNÍ STAV	PŘÍMO OPTICKY	POCHUZKA
			NEPŘÍMO OPTICKY	KAMEROVÁ ZRCADLA
		KAMEROVÁ SOUPRAVA		
		MĚŘENÍ DEFORMACÍ	3D SCANER	
			ECHOLOT-SCANER	
			KALIBROVACÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE	
		MĚŘENÍ KOROZE	3D SCANER	
			ECHOLOT-SCANER	
			KALIBROVACÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE	
		STAV STĚN, DUTIN A TRUB	GEORADAR	
			SONAR	
		ODCHYLKA POLOHY	INKLINOMETR	
			HADICOVÁ VODOVÁHA	
			LASER	

6.2 HYDRAULICKÝ PRŮZKUM

Zabývá se stanovením průtoků za deště i při bezdeštném období, infiltrací, exfiltrací, přítokem spárami u šachet a chybným napojením. Může zahrnovat i měření srážek a podzemní vody [11]. Metody, které se stanovují v rámci hydraulického průzkumu uvádí tab. 6.2.

Nejdůležitějším zjištěným poznatkem z průzkumu jsou údaje o průtocích, protože mohou ovlivňovat stavební stav stokových systémů a objektů, pokud je překročena hydraulická kapacita systému.

Cíle zjišťování hydraulického průzkumu:

- měření průtoků v potrubí;
- měření výšky hladiny;
- četnost a trvání vypouštění odpadních vod do recipientu;
- zdroje nebezpečných odpadních vod;
- měření koncentrace znečištění;
- měření srážek.

Pro zajištění správné hydraulické funkce systému, se musí v rámci hydraulického průzkumu stanovit možná řešení a návrhy, které povedou k zachování správné hydraulické funkce stok a potrubí a neohrozí stavební nebo provozní stav systému, ale naopak přispějí k jeho zlepšení.

Řešení mohou zahrnovat využití maximální stávající průtočné plochy odstraněním překážek v průtoku, řízení průtoků snížením přítoku do stokového systému. Provádí se převedením srážkových povrchových vod do vsakovacích zařízení, nebo do nepropustné plochy nebo omezením infiltrace. Další řešení zahrnují snížení maximálního odtoku s využitím retenčních dovedností a možností systému a zvětšení průtočné kapacity, které docílíme obnovou nebo renovací systému [11].

Tab. 6.2 - Metody pro stanovení hydraulického stavu stokového systému [11], [41]

METODY	MĚŘENÍ PRUTOKU	HYDRAULICKÉ METODY	MĚRNÉ ŽLABY
		ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE	MĚRNÉ PŘELIVY
			PRUTOKOMĚR
			SENZOR
			SONDA
			ULTRAZVUKOVÉ METODY
		SENZOR	
	SONDA		
	MĚŘENÍ HLADINY	ULTRAZVUK	HLADINOMĚR
			SENZOR
			SONDA
		ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE	SENZOR
			SONDA
	MĚŘENÍ SRÁŽEK	SRÁZKOMĚR	
ODBĚR VZORKU VODY	PŘENOSNÝ MĚŘIČ VZORKU		
	AUTOMATICKÝ VZORKOVAČ		

6.3 PROVOZNÍ PRŮZKUM

Při provádění provozního průzkumu musí provozovatel kanalizace dopředu znát provozní postupy, plány kontrol a údržby. Ověřuje se četnost a poloha zaznamenaných provozních poruch. Metody a přístroje, kterými se zabývá provozní průzkum, jsou uvedeny v tab. 6.3. Musí být zjištěna možná ovlivnění hydraulické a stavebně-technické provozuschopnosti systému provozními problémy. Základním principem provozního průzkumu je ověření stávajících postupů čištění, provozu a stávajících poruch, aby byla zajištěna stálá provozuschopnost a pohotovost celého systému. Provozní průzkum hodnotí také dopad na životní prostředí, který musí být minimální [11].

Cíle zjišťování provozního průzkumu:

- trasy vedení potrubí,
- příčiny usazování a ucpání,
- polohy sedimentů,
- poloha přípojek,
- kvalita provedení přípojek,
- kvalita provedených oprav,
- stávající stav,
- účinnost čištění,
- nánosy tuků a biologických povlaků,
- složení odpadních vod,
- výskyt nebezpečných plynů,
- vodotěsnost,
- měření průtoků,
- měření výšky hladiny.

Mezi možné řešení pro zajištění provozuschopnosti celého systému se může navrhnout plánovaná kontrola a čištění stok a potrubí. O správnosti navržených řešení se lze přesvědčit posudkem, který zohledňuje bezpečnost pracovníků při výstavbě a provozu, obtěžování

veřejnosti vzniklým hlukem a vibracemi, dlouhodobé používání zdrojů při provozu, etapy výstavby, koordinace s ostatními opatřeními infrastruktury, omezení kapacit zdrojů, vliv budoucí údržby na provoz systému, ekonomické posouzení, celkové náklady [11].

Tab. 6.3 - Metody pro stanovení provozního stavu stokového systému [11], [41]

METODY	MĚŘENÍ PRUTOKU	<i>HYDRAULICKÉ METODY</i>	MĚRNÉ ŽLABY
			PŘELIVY
		<i>ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE</i>	PRUTOKOMĚR
			SENZOR
			SONDA
		<i>ULTRAZVUK</i>	PRUTOKOMĚR
			SENZOR
			SONDA
	MĚŘENÍ HLADINY	<i>ULTRAZVUK</i>	HLADINOMĚR
			SENZOR
			SONDA
		<i>ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE</i>	SENZOR
			SONDA
	MĚŘENÍ VODOTĚSNOSTI	<i>ZKOUŠKA VODOU</i>	UTĚŠŇOVACÍ VAK A PLOVÁK
		ZKOUŠKA VZDUCHEM	UTĚŠŇOVACÍ VAK A KOMPRESOR
	VÝSKYT ÚNIKU PLYNU	<i>PLAMENOVÝ IONIZAČNÍ PRINCIP</i>	DETEKTOR
		LASEROVÝ SYSTÉM	DETEKTOR
	ODBĚR SEDIMENTU	VZORKOVAČE NA TYČI	
	ODBĚR VZORKU VODY	<i>PŘENOSNÝ MĚŘIČ VZORKU</i>	
		<i>AUTOMATICKÝ VZORKOVAČ</i>	
	TRASA VEDENÍ	<i>GEORADAR</i>	
	STÁVAJÍCÍ STAV	PŘÍMO OPTICKY	POCHUZKA
		NEPŘÍMO OPTICKY	KAMEROVÁ ZRCADLA
			KAMEROVÁ SOUPRAVA

7 PORUCHY A PŘÍČINY PORUCH NA STOKOVÉM SYSTÉMU

Porucha = stav, kdy stoková síť a objekty na ni nemohou plnohodnotně plnit svou funkci [21]. Porucha vzniká vždy z nějaké příčiny, nějakého důvodu. Pokud diagnostikujeme poruchu v systému, abychom předešli jejímu dalšímu šíření nebo opětovnému vzniku po jejím odstranění, musíme zjistit příčinu jejího vzniku a odstranit ji.

K základním příčinám vzniku poruch u stokových sítí patří dle [11], [21] :

- nesprávný návrh projektu;
- kapacitní hydraulický problém;
- výběr nevhodného materiálu a jeho stárnutí;
- špatné provedení stavby;
- nepřípustné vnější namáhání;
- změna vlastností protékajícího média;
- pokles terénu;
- nedodržení ochranného pásma;
- špatné napojení kanalizační přípojky;
- statické porušení objektů na stokové síti;
- špatný návrh sklonu potrubí a jeho uložení;
- průsak podzemní vody.

K základním příčinám vzniku poruch u kanalizační přípojky patří dle [11], [21] :

- nesprávný návrh projektu;
- kapacitní hydraulický problém;
- výběr nevhodného materiálu a jeho stárnutí;
- špatné provedení stavby;
- špatné provedení napojení svodného potrubí vnitřní kanalizace;

- nedodržení ochranného pásma;
- špatné osazení čistících kusů a čistících šachet na potrubí.

K základním příčinám vzniku poruch u vstupních a revizních šachet patří dle [11], [21] :

- nesprávný návrh projektu;
- špatné provedení stavby;
- vnější namáhání;
- výběr nevhodného materiálu;
- průsak podzemní vody;
- špatné provedení spar;
- mechanické namáhání.

Posuzování stokové sítě z hlediska projevu poruch se doporučuje rozdělit na posuzované celky, které se společně ohodnotí. Patří zde kmenové stoky, uliční stoky, šachty, ostatní objekty a strojně-technologické části [56], [26].

Základní poruchy stokové sítě a kanalizační přípojky vztahujících se ke konstrukci jsou [28]:

BAA – deformace;

BAB – tvorba prasklin;

BAC – rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek;

BAD – poškozené zdivo;

BAE – chybějící pojivo;

BAF – poškození povrchu;

BAG – vyčnívající kanalizační přípojka;

BAH – vadné napojení kanalizační přípojky;

BAI – vyčnívající těsnící materiál potrubí;

BAJ – posunutý trubní spoj;

BAK – poškozená vnitřní výstelka nebo obložení stok;

BAL – chybná oprava;

BAM – chybný svar otrubí;

BAN – pórezní trouba;

BAO – okolní zemina je viditelná z důvodu poškození;

BAP – dutý prostor je viditelný z důvodu poškození.

Základní poruchy stokové sítě a kanalizační přípojky vztahujících se k provozu jsou [28]:

BBA – kořeny;

BBB – ulpívající látky;

BBC – usazeniny;

BBD – pronikající okolní zemina;

BBE – jiné překážky;

BBF – infiltrace;

BBG – exfiltrace;

BBH – škůdci.

Dle uvedených kódů poruch je v kapitole 9 provedeno zhodnocení stokové sítě a v příloze 2 je zobrazen zkrácený protokol celkové provedené analýzy.

7.1 KATEGORIE A ZATŘÍDOVÁNÍ TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÝCH SYSTÉMŮ DLE TNV 75 6905 (NÁVRH)

Podle provedeného kamerového průzkumu nebo vizuální prohlídky, lze stav stokového systému rozdělit do 5 ohodnocující kategorií. Přitom se doporučuje stokový systém rozdělit na kmenové stoky, uliční stoky, šachty, ostatní objekty a strojně-technologické zařízení a každou tuto část vyhodnotit a zatřídit samostatně [26,], [56].

Tab. 7.1 – Kategorie pro zatříd'ování stavu stokových systémů [56]

KATEGORIE STAVU POTRUBÍ	KATEGORIE UKAZATELE	STAV	POPIS STAVU	POPIS NUTNOSTI ODSTRANĚNÍ PORUCH
1	K1	velmi dobrý	Optimální stav příslušného ukazatele. Nevyžadují se žádná opatření vedoucí ke změnám tohoto ukazatele. Nepředpokládá se výrazná změna hodnoty ukazatele i v delším časovém období.	Odstranění poruchy v rámci jiných stavebních opatření.
2	K2	dobrý	Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu. Nevyžaduje se žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti.	Odstranění poruchy v dlouhodobém časovém horizontu.
3	K3	vyhovující	Vyhovující hodnoty příslušného ukazatele, které však nevyžadují okamžité řešení, ale v budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele, pravděpodobně jeho zhoršení.	Odstranění poruchy ve střednědobém časovém horizontu.
4	K4	nevyhovující	Ne vyhovující hodnoty příslušného ukazatele. To znamená, že by měla být co nejdříve naplánována a případně i realizována opatření na vyřešení tohoto stavu.	Odstranění poruchy v krátkodobém časovém horizontu.
5	K5	havarijní	Nefunkční stav. Je požadováno okamžité nebo velmi rychlé řešení, které povede k zajištění alespoň základní provozuschopnosti stokového systému a tím i dosažení lepších hodnot příslušného ukazatele.	Neprodlené/neodkladné odstranění poruchy.

Základní hodnotící jednotkou je úsek mezi dvěma po sobě následujícími šachtami. Tento úsek se na základě optické nebo vizuální prohlídky ohodnotí příslušnými provozními nebo technickými ukazateli [26], [56].

Na základě stanovení těchto ukazatelů se u stok posuzuje [26],[56]:

- technický stav vybraného úseku (TSVÚ_i);

$$TSVÚ = \sum_{i=1}^n TU_i * W_i$$

n – počet použitých ukazatelů

TU_i – hodnota třídy poruchy technického ukazatele

W_i – váha přiřazená příslušnému ukazateli TU_i

- nejhorší zjištěný technický stav vybraného úseku (NZTSVÚ_i);

$$NZTKSU_i = NTP_i$$

NTP_i – nejnepříznivější zjištěná třída poruchy technického ukazatele

- celkový kritický technický stav vybrané části stokového systému (CKTS_i);

$$CKSS = \sum_{i=1}^n \frac{TP_i}{N}$$

n – počet použitých tříd poruch

TP_i – nejnepříznivější třída poruchy

N – počet základních hodnotících jednotek

- zbytková životnost vybraného úseku (ZZVU_i).

$$ZZVU_i = CŽVU_i - PL_i$$

$CŽVU_i$ – celková životnost vybraného úseku

PL_i – počet let v provozu

Tab. 7.2 – Zatřídění TSVÚ_i a CKTS_i do kategorií [56]

KATEGORIE	TSVÚ		CKTS	
	od	do	od	do
K1	1	1,5	1	1,5
K2	1,5	2,5	1,5	2,5
K3	2,5	3,5	2,5	3,5
K4	3,5	4,5	3,5	4,5
K5	4,5	5	4,5	5

Tab. 7.3 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro tuhé trouby [56]

	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9	TU 10	ΣW_j
W_j	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0	1

Tab. 7.4 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro částečně poddajné trouby [56]

	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9	TU 10	ΣW_j
W_j	0,4	0	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2	1

Tab. 7.5 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro poddajné trouby [56]

	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9	TU 10	ΣW_j
W_j	0,4	0	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2	1

Na základě stanovení těchto ukazatelů se u šachet posuzuje [26], [56]:

- Průměrný technický stav kanalizační šachty ($PTKS_i$).

$$PKTS = \sum_{i=1}^n TU_i * W_i$$

n – počet použitých ukazatelů

TU_i – hodnota třídy poruchy technického ukazatele

W_i – váha přiřazená příslušnému ukazateli TU_i

- Nejhorší zjištěný technický stav šachty ($NZTSKS_i$).

$$NZTSKS_i = NTP_i$$

NTP_i – nejnepríznivější zjištěná třída poruchy technického ukazatele

- Celkový kritický technický stav vybraných kanalizačních šachet ($CKKS_i$).

$$CKKS = \sum_{i=1}^n \frac{TP_i}{N}$$

n – počet použitých tříd poruch

TP_i – nejnepríznivější třída poruchy

N – počet šachet

- Zbytková životnost šachty (ZZS_i).

$$ZZS_i = CŽS_i - PL_i$$

$CŽS_i$ – celková životnost šachty

PL_i – počet let v provozu

Tab. 7.6 – Zatřídění $PTKS_i$ a $CKKS_i$ do kategorií [56]

KATEGORIE	PTKS		CKKS	
	od	do	od	do
K1	1	1,5	1	1,5
K2	1,5	2,5	1,5	2,5
K3	2,5	3,5	2,5	3,5
K4	3,5	4,5	3,5	4,5
K5	4,5	5	4,5	5

Tab. 7.7 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro kanalizační šachty [56]

	TU_1	TU_2	TU_3	TU_4	TU_5	TU_6	TU_7	TU_8	TU_9	TU_{10}	TU_{11}	TU_{12}	$\sum W_j$
W_j	0,4	0	0,2	0,1	0	0	0,1	0	0,1	0	0,05	0,05	1

8 MĚŘENÍ PROVÁDĚNÁ PRO STANOVENÍ PROVOZNĚ-TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÝCH SYSTÉMŮ

8.1 MĚŘENÍ PRŮTOKŮ, RYCHLOSTÍ A HLADIN

Údaje o průtocích, rychlostech a hladinách ve stokovém systému se zjišťují z důvodů vzniku možných poruch, které mohou zapříčinit selhání stokového systému. Tyto údaje jsou také součástí hydraulického a provozního průzkumu, které se provádí v rámci kontroly a údržby stokových sítí a jsou potřebné pro vytváření generelu odvodnění.

Překročení průtoků ve stoce vede k jejímu kapacitnímu zaplnění a to může mít za následek vznik poruch. Podle druhu materiálu použitého při výstavbě se liší povolené rychlosti v potrubí stoky. Překročení této povolené rychlosti má za následek zvýšení unášecí rychlosti a následný vznik poruch, které se mohou projevovat vymíláním dna nebo opotřebením vnitřních vrstev stoky. Součástí měření průtoků a rychlostí je také měření hladiny, kterou je potřeba stanovit a údaje o jejím stavu zahrnovat do výpočtu.

Obecně se uvádí, že existují dva typy možného měření průtoků, mezi které patří měření objemové a hmotnostní. Ve stokových systémech se používá pouze objemové měření a principy jeho stanovení jsou uvedeny v následujícím textu.

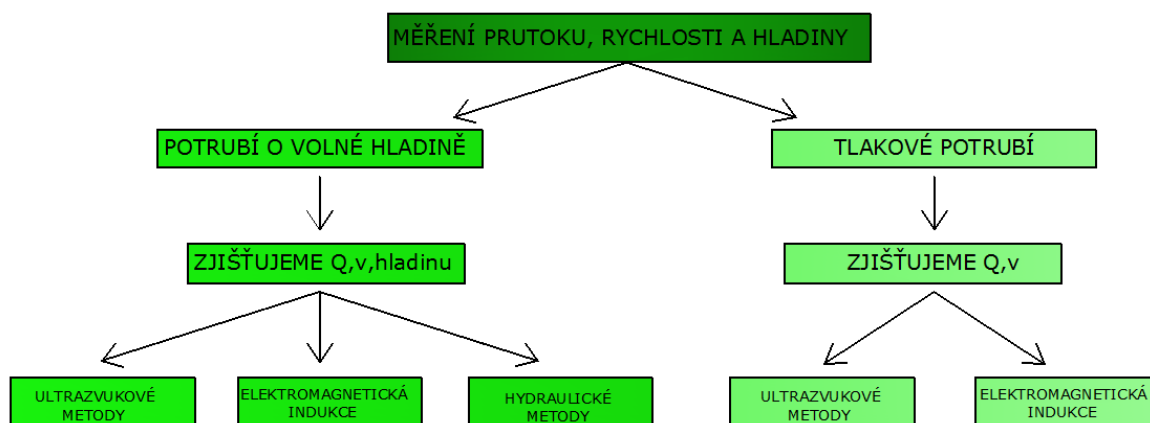
Podle typu hnací síly, která odvádí odpadní vody, se rozlišuje stoka gravitační, podtlaková a tlaková. Ve všech třech typech se zjišťují údaje o průtocích, ale použití měřicí techniky se u jednotlivých druhů stoky liší. Zjišťování údajů o průtocích v podtlakovém potrubí je složité, proto se v rámci této kapitoly zabývám pouze měřením v tlakovém potrubí a potrubí o volné hladině.

Měření průtoků, rychlost a hladin je důležitým podkladem k vyhodnocování provozního a hydraulického průzkumu. Pro tyto měření se využívá mnoho metod a přístrojů, které se liší podle typu potrubí. V tlakovém potrubí, které je zaplněné kapalinou v celém objemu, se stanovují údaje o rychlosti a průtoku. V potrubí o volné hladině se stanovují údaje o rychlosti a průtoku, ale musí se přidat údaj o výšce hladiny. V dnešní době existuje celá řada měřících přístrojů, které pracují na různých principech měření. Seznam základních metod měření průtoku, rychlostí a hladin uvádí obr. 8.1.

Nejčastěji se v praxi používá měřicí přístroj průtokoměr. Je to technické zařízení, které dokáže s velkou přesností určit objem průtoku kapaliny tlakového potrubí nebo potrubí o volné hladině. Montuje se přímo do potrubního rozvodu nebo vně potrubí.

Mezi novější zařízení patří osazování do potrubí senzorů a sond, které pracují na podobném principu jako průtokoměry, ale jejich výhodou je možnost osazení více čidel, která nám umožní měřit více veličin. Sensory a sondy se mohou osadit do potrubí samostatně nebo jako součást průtokoměru. Klasický průtokoměr, pokud neobsahuje navíc přimontovaný senzor, nám nedokáže, poskytnou údaje o hladině, takže se musí do potrubí osadit další měřicí zařízení například hladinoměr.

Údaje o průtoku a rychlostech lze také v potrubí o volné hladině změřit pomocí clon, které jsou řešeny formou přelivů, nebo osazením měrných žlabů. Tyto zařízení jsou sice nenáročné na údržbu, ale vykazují velkou nepřesnost měření, proto se používají pouze ve výjimečných případech.



Obr. 8.1 – Schéma měření průtoků, rychlostí a hladin [zdroj: K. Škařupová]

MĚŘENÍ NA PRINCIPU ELEKTROMAGNETICKÉ INDUKCE

Měření využívá principu elektromagnetické indukce, tedy vzniku napětí na vodiči pohybujícím se elektromagnetickým polem. Schéma obecného principu měření na principu elektromagnetické indukce je znázorněno na obr. 8.2. Funkci vodiče přejímá v tomto případě vodivá kapalina protékající polem působícím kolmo ve směru proudění. Se změnou rychlosti se mění hodnota snímaného napětí. Měření se dělí dle aplikace na měření v tlakovém potrubí

a potrubí o volné hladině. U potrubních systémů gravitačních je třeba vedle rychlosti průtoku měřit také výšku hladiny [29].

U měření v potrubí jsou zpravidla cívky vytvářející elektromagnetické pole a snímací elektrody včetně převodníku a displeje integrovány do armatury s přírubami, která se do potrubí vkládá [29].

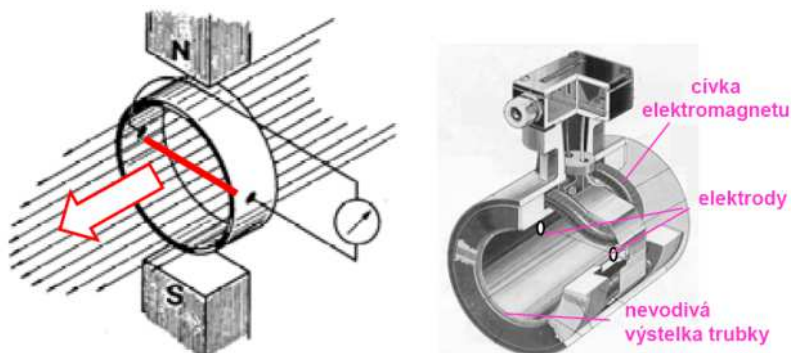
Celý základní princip funkce elektromagnetického průtokoměru je založený na měření indukovaného napětí na elektrodách umístěných v kapalině kolmo na směr proudění a směru magnetického pole, kterému je kapalina vystavena. Obvykle se píše, že funkce je založena na Faradayově zákonu [34].

Vlastnosti průtokoměrů a koncepce měřicích obvodů se zásadně liší v závislosti na tom, zda je použito magnetického pole stejnosměrné nebo střídavé.

Stejnosemné magnetické pole je výhodné z hlediska jednoduché konstrukce magnetických obvodů, avšak přináší problémy se zpracováním malých stejnosměrných napětí. Ještě vážnějším nedostatkem je možnost vzniku elektrolýzy v proudící kapalině [35]. Střídavé harmonické magnetické pole umožňuje pomocí horní propusti oddělit rušivá stejnosměrná napětí a použít střídavé zesilovače, v nichž se neprojevuje rušivý samovolný posuv nuly [35].

U výrobců elektromagnetických indukčních průtokoměrů se lze setkat se dvěma základními, odlišnými konstrukcemi snímání [34]:

- plošné snímání (Wafer-style) – nejvyšší přesnost měření, magnetické pole je vytvořeno napříč celou měřenou oblastí, tj. přes celý průřez potrubí;
- bodové snímání (Insertion-style) – levnější na výrobu a vhodné pro větší profily potrubí. Vykazuje ovšem horší přesnost měření, protože nepostihuje celý průřez potrubí.



Obr. 8.2 – Porovnání obecného principu vlevo a praktická realizace vpravo[34]

MĚŘENÍ NA PRINCIPU ULTRAZVUKU

Ultrazvukové přístroje zjišťující rychlost a průtok v potrubí a pracují na principu měření rozdílu doby průletu ultrazvukového signálu ve směru a proti směru měřeného průtoku kapaliny. Vyznačují se vysokou přesností měření, dlouhodobou stabilitou v širokém rozsahu měřených hodnot, nízkými hydraulickými ztrátami a nenáročnou údržbou [36].

Šíření ultrazvuku se řídí stejnými zákonitostmi jako akustické vlny. Přestože podstata ultrazvuku i zákonitosti jeho šíření jsou stejné jako u zvukových vln, má ultrazvuk některé specifické vlastnosti, které vyplývají z relativně krátkých vlnových délek. Relativně krátká vlnová délka určuje přímočarý, paprskový charakter šíření ultrazvuku. Dopadá-li ultrazvuk na větší překážku nebo nehomogenitu prostředí, dochází k odrazu nebo lomu. Pro stanovení rychlosti proudění kapalin je potom použit Dopplerův jev, který spočívá v rozdílu mezi frekvencí kmitů zdroje a frekvencí vlnění registrovaného pozorovatelem [31].

Ultrazvukové průtokoměry se dodávají buď s jedním, nebo dvojitým snímačem. U provedení s jedním snímačem je vysílací i přijímací krystal umístěn v jednom tělese, které je přiloženo na jedno místo na povrchu potrubí. K dobrému kontaktu snímače/přijímače s porubím se používá dvojitý sdružený prvek. U provedení s dvojitým snímačem je vysílací krystal v jednom tělese snímače a přijímací krystal je umístěn ve druhém tělese snímače. V potrubích z betonu a plastu jsou vestavěny nehomogenity z hlediska vedení zvukového signálu. Jsou natolik významné, že mohou buď přenášený signál zcela rozrušit, nebo utlumit odezvu. Toto ovlivňuje velmi dramaticky přesnost ultrazvukových průtokoměrů (v rozmezí $\pm 20\%$) a ve většině případů nebudou průtokoměry pracovat vůbec, pokud je potrubí přímé [37].

Ultrazvukové sondy jsou umístěny v čidle průtokoměru, které má rozměry dle konkrétní aplikace, obvykle od DN 10 až do DN 1200. Na obou koncích čidla jsou příruby [36].

Vyhodnocovací elektronika zajišťuje napájení ultrazvukových sond, na displeji a prostřednictvím elektrických výstupů poskytuje informaci o průtoku měřeného média. Elektronika může být napájena střídavým napětím nebo bateriově. Je umístěna ve skřínce elektroniky, která bývá opatřena klávesnicí, displejem a průchodkami pro kabely. Skříňka elektroniky může být umístěna přímo na čidle průtokoměru, nebo jako oddělená mimo čidlo. Oddělená elektronika se používá převážně tam, kde teplota měřeného média je vyšší, nebo kde si to vyžadují místní podmínky [36].

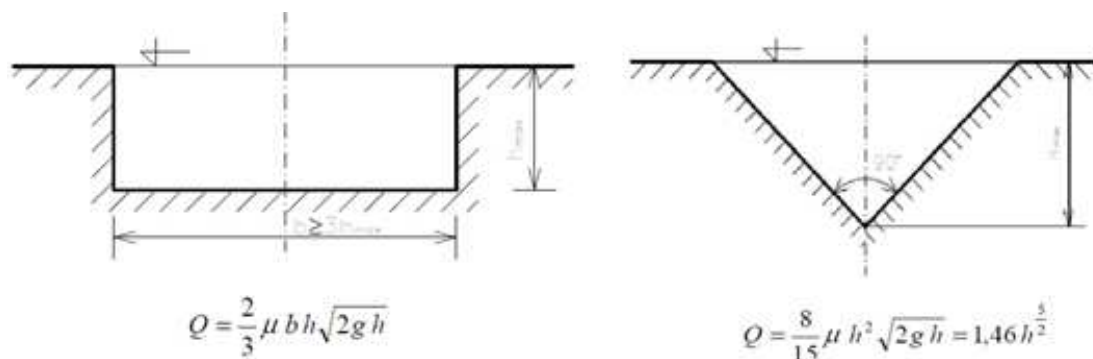
Na principu měření pomocí ultrazvuku můžeme měřit a zjišťovat výšku hladiny v potrubí. Přístroje na měření hladiny pomocí ultrazvuku se konstrukčně dělí na bezdotykové ultrazvukové hladinoměry, neboli ultrazvukové snímače a dotykové ultrazvukové sondy a senzory.

Ultrazvukový hladinoměr patří mezi rozšířené principy bezdotykového měření hladiny kapalných látek při méně náročných aplikacích. Měřicí metoda je založena na zjišťování časového intervalu mezi okamžikem vysílání ultrazvukového impulsu a okamžikem přijetí odraženého signálu od měřené kapaliny [31].

Bezdotykové ultrazvukové snímače mají vestavěný analogový procesor, mikroprocesor, binárně kódované desítkové přepínače rozsahu a převodník pro výstupní obvod. Přenáší pulzy a signály z mikroprocesoru přes procesor analogového signálu k čidlu, které vysílá ultrazvukový paprsek k povrchu kapaliny. Pak se deaktivuje odezva od povrchu a přivádí se zpět na mikroprocesor k digitálnímu zpracování a prezentaci vzdálenosti mezi snímačem a povrchem neboli hladinou. Pomocí konstanty aktualizované z přijímaných signálů vypočítává mikroprocesor průměrné hodnoty měřené hladiny [37].

MĚŘENÍ NA PRINCIPU HYDRAULICKÝCH METOD

Jedná se o klasický způsob měření průtoků ve stokové síti. Tento způsob je sice jednoduchý na údržbu, má ale mnoho nevýhod, mezi které patří především náročná instalace v prostředí stokové sítě a nepřesnost v měření v porovnání s průtokoměry a senzory. Při měření vycházíme z poznatků z hydrauliky. Průtok se pak stanoví na základě použitých vzorců z hydrauliky [31]. Měření na principu hydraulických metod se realizuje pomocí přelivů. Schéma základních typů přelivů uvádí obr. 8.3.



Obr. 8.3 - Schéma Ponceletova a Thomsonova přelivu [31]

8.1.1 Měření průtoků a rychlostí protékajícího média v tlakovém potrubí

Při stanovení průtoku a rychlosti protékajícího média v tlakovém potrubí se používají metody založené na principu ultrazvuku nebo elektromagnetické indukci. Mezi přístroje, které umožňují toto měření, patří ultrazvukový a indukční průtokoměr. Mezi novější zařízení patří elektromagnetický senzor, sonda, na kterou lze dle přání zákazníka přimontovat čidla, která umožňují měření dalších veličin. Senzor lze osadit samostatně nebo jako součást průtokoměru. Záleží na jednotlivých typech, které nám nabízí dodavatelé a výrobci. Seznam typu přístrojů a princip, na kterém pracují, jsou uvedeny v tab. 8.1.

Mezi dodavatele průtokoměrů patří například firma Jakar Electronics, spol. s r.o., která nabízí průtokoměry vyráběné společností OMEGA. Mezi další výrobce patří firma Unireg České Budějovice, spol. s r.o., firma KROHNE, firma Elis Plzeň a.s.

Tab. 8.1 - Přístroje pro měření průtoků a rychlostí v tlakovém potrubí [zdroj: K. Škařupová]

PŘÍSTROJ	PRINCIP	MĚŘENÁ VELIČINA	VYPOČTENÁ VELIČINA
<i>INDUKČNÍ PRŮTOKOMĚR</i>	ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE	ELEKTROMAGNETICKÉ NAPĚTÍ	v, Q
<i>ULTRAZVUKOVÝ PRŮTOKOMĚR</i>	ULTRAZVUK	ČAS PRUCHODU ULTRAZVUKOVÉHO SIGNÁLU MÉDIEM	v, Q
<i>ELEKTROMAGNETICKÝ SENZOR/SONDA</i>	ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE	RYCHLOST	v, Q

INDUKČNÍ (ELEKTROMAGNETICKÉ) PRŮTOKOMĚR

Průtokoměr OPTIFLUX

Jedná se o průtokoměr, který vyrábí firma KROHNE [34].

Výhodou toho průtokoměru je možnost osazení do potrubí o světlosti DN 2,5 až DN 3000, měření průtoků lze v obou směrech i pulsujících průtoků. Další velkou výhodou je možnost přírubového i bezpřírubového napojení, zobrazení okamžitého průtoku nebo prošlého množství a provozní teplota média může být -60 až + 180 °C. Průtokoměr Optiflux je zobrazen na obr. 8.4.



Obr. 8.4 – Průtokoměr KROHNE Optiflux [34]

ELEKTROMAGNETICKÉ SENZORY/SONDY

Elektromagnetický senzor MAG-FLOW

Jedná se o senzor, který vyrábí firma Ing. Milan Kříž - EKOTECHNIKA[30].

Výhodou tohoto průtokoměru je možnost osazení v potrubí se jmenovitou světlostí DN 50 až DN 1500. Přesnost měření je $\pm 1\%$ z naměřené hodnoty nebo $\pm 0,03$ m/s. Výstup měření je zaznamenán na podsvíceném LCD displeji, který zobrazuje aktuální průtočné množství, dopředný a zpětný součtový čítač, sumární součtová čítač a rychlost toku. Výstup může být analogový 0,4 – 20 mA nebo digitální. Elektromagnetický senzor MAG-FLOW je zobrazen na obr. 8.5.

Měřicí zařízení tohoto průtokoměru se skládá z převodníku naměřených hodnot a magneticko-indukčního snímače, což je magneticko-indukční čidlo, které se zasouvá přímo do proudícího média a to do volitelné reprezentační hloubky profilu. Upevňuje se na stěnu potrubí s pomocí navařovacího nástavce zakončeného šroubením a těsněním. Na toto šroubení se čidlo přišroubuje. Dřík čidla lícuje s konickým zakončením nástavce. Převodník musí být namontovaný poblíž snímače a maximální délka nesmí překročit 100mU.

Čidlo může být snadno pomocí navařovacích nástavců nebo připevňovacích objímek dodatečně osazeno na již existující, provozovaná potrubí.



Obr. 8.5 - Elektromagnetický senzor MAG-FLOW [30]

8.1.2 Měření průtoků, rychlostí a hladiny protékajícího média v potrubí o volné hladině

Pro stanovení průtoků a rychlostí protékajícího média v potrubí o volné hladině se využívají metody založené na principu ultrazvuku, elektromagnetické indukci a hydraulických metod. Mezi přístroje, které umožňují toto měření, patří ultrazvukový průtokoměr, clony do kanálu- přelivy a měrné žlaby. Měření v potrubí o volné hladině je nutno doplnit údajem o výšce hladiny, která se zjišťuje měřením na hladinoměrech nebo pomocí ultrazvukové nebo elektromagnetické sondy nebo senzoru, který obsahuje čidla pro zjišťování výšky hladiny. Senzory i sondy můžeme nainstalovat jako součást průtokoměru, nebo samostatně do potrubí. Seznam jednotlivých měřicích přístrojů pro měření průtoku, rychlosti a hladiny protékajícího média v potrubí o volné hladině je uveden v tab. 8.2 a tab. 8.3.

Mezi známé výrobce průtokoměrů a hladinoměrů patří firma AMS hladinoměry s.r.o., ADS ENVIRONMENTAL SERVICES nebo firma Elis Plzeň a.s.

Tab. 8.2 - Přístroje pro měření průtoků, rychlostí a hladin v potrubí o volné hladině [zdroj: K. Škařupová]

PŘÍSTROJ	PRINCIP	MĚŘENÁ VELIČINA	VYPOČTENÁ VELIČINA
<i>ULTRAZVUKOVÝ PRŮTOKOMĚR</i>	ULTRAZVUK	VZDÁLENOST VYSÍLAČ/PŘIJÍMAČ	v, Q
<i>CLONY DO KANÁLU- PŘELIVY</i>	HYDRAULICKÁ METODA	VÝŠKA HLADINY PŘED PŘELIVEM	Q
<i>MĚRNÉ ŽLABY</i>	HYDRAULICKÁ METODA	VÝŠKA HLADINY PŘED ŽLABEM	Q

Tab. 8.3 - Přístroje pro zjišťování výšky hladiny v potrubí o volné hladině [zdroj: K. Škařupová]

PŘÍSTROJ	PRINCIP	MĚŘENÁ VELIČINA	VYPOČTENÁ VELIČINA
<i>HLADINOMĚR</i>	ULTRAZVUK	VZDÁLENOST SENZOR/MÉDIUM	hladina
			hladina
<i>ULTRAZVUKOVÁ SONDA/SENZOR</i>	ULTRAZVUK	VZDÁLENOST SENZOR/MÉDIUM	v, hladina, Q
		VZDÁLENOST VYSÍLAČ/PŘIJÍMAČ	v, hladina, Q
<i>ELEKTROMAGNETICKÁ SONDA/SENZOR</i>	ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE	RYCHLOST	hladina, Q

ULTRAZVUKOVÉ PRŮTOKOMĚRY

Průtokoměr OCM F

Jedná se o průtokoměr, který vyrábí firma AMS hladinoměry s.r.o. [24].

Tento ultrazvukový průtokoměr pracuje na principu Dopplerova efektu. Ten využívá rozdíl mezi frekvencí vyslaného a přijatého signálu, odraženého od vzduchových bublin a nečistot obsažených v protékající kapalině. Princip měření a schéma umístění je zobrazeno na obr. 8.6. Z těchto dvou naměřených hodnot vyhodnocovací jednotka vypočítává protečené množství kapaliny v potrubí. Souprava se skládá ze senzoru pro měření hladiny, ultrazvukového rychlostního senzoru a vyhodnocovací jednotky. Je možno na tento průtokoměr připojit jeden senzor.

Rozsah rychlostního snímače je -6 až 6 m/s, rozsah hladinového snímače je 0,25 až 8 m. Přesnost rychlostního snímače je $\pm 1\%$, hladinového $\pm 0,2\%$. Pracovní teplota elektroniky a rychlostního snímače je $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, hladinového snímače -40 až $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obr. 8.6 – Ultrazvukový průtokoměr a sonda OCM F [24]

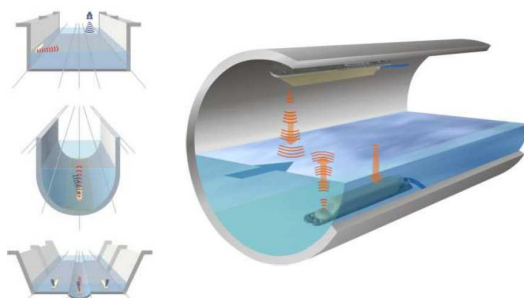
Průtokoměr OCM CF

Jedná se o průtokoměr, který vyrábí firma AMS hladinoměry s.r.o. [24].

Stejně jako průtokoměr OCM F i tento pracuje na principu Dopplerova efektu. Princip měření na průtokoměru OCM CF je znázorněn na obrázku 8.7. Souprava se skládá z vyhodnocovací jednotky, ke které lze na rozdíl od průtokoměru OCM F připojit 1 až 3 kombinované senzory pro měření rychlosti proudění a výšky hladiny. Jednotku lze naprogramovat na jakékoliv potrubí, kanál různého tvaru a velikosti.

Vyhodnocovací jednotka se ovládá prostřednictvím membránové klávesnice a velkoplošného LCD displeje, na kterém mohou být současně zobrazeny výšky hladiny vody, rychlosti proudění, okamžitý průtok a proteklé množství.

Rozsah rychlostního snímače je -1 až 4 m/s, rozsah hladinového snímače je 0,04 až 2 m. Přesnost rychlosti je $\pm 1\%$ z naměřené hodnoty nebo ± 5 mm/s. Pracovní teplota elektroniky a snímače je -20 až + 50 °C.



Obr. 8.7 – Ultrazvukový průtokoměr OCM CF [24]

ELEKTROMAGNETICKÁ A ULTRAZVUKOVÁ SONDA, SENZOR

Elektromagnetická sonda, senzor MAG-FLOW TGR

Jedná se o senzor, který vyrábí firma Ing. Milan Kříž - EKOTECHNIKA[30].

Tento typ senzoru je základním prvkem měřících systémů průtoku v uzavřených systémech - v potrubí a to jak částečně zaplněných, tak zcela zaplněných. V případě potrubí ne zcela zaplněných je čidlo součástí měřícího systému, který měří a při výpočtu průtoku zohledňuje výšku hladiny měřeného média.

Senzor pro rychlost toku MAG-Flow TGR je magneticko-indukční čidlo, které se zasouvá přímo do proudícího média a to do volitelné reprezentační hloubky profilu. Upevňuje se na stěnu potrubí s pomocí navařovacího nástavce zakončeného šroubením a těsněním. Na toto šroubení se převlečnou matkou čidlo přišroubuje. Dřík čidla lícuje s konickým zakončením nástavce.

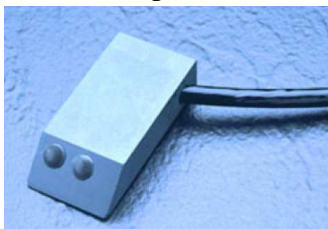
Sonda se provádí pro potrubí od DN 50 do DN 500. Lze ji instalovat i do stávajícího potrubí z plastu nebo litinu. Lze ji nasadit do potrubí s tlakem až 40 barů a do prostředí s nebezpečím výbuchu.

Ultrazvuková sonda ADS

Jedná se o sondu, kterou vyrábí firma ADS ENVIRONMENTAL SERVICES [27].

Sonda měří maximální okamžitou rychlost po celé hloubce proudění. Senzor vysílá ultrazvukový signál, který je po odrazech zpracován. Pro vyhodnocování se využívá měření změny frekvence mezi vysílaným a odraženým signálem. Výsledkem analýzy je maximální okamžitá rychlost, ze které je následně vypočtena průměrná rychlost proudění. Sondu je možno instalovat na dno potrubí, popřípadě na sedimenty v kanalizaci. Naměřená data je možné využít k monitoringu stokových sítí, kalibraci měrných žlabů a přelivů, generelů stokových sítí. Rychlostní sonda je zobrazena na obr. 8.8.

Mezi výhody patří její miniaturní velikost umožňující měření hloubky již od 2,5 cm, aerodynamický tvar minimalizuje zanášení, funkční rozsah umožňuje stanovení rychlosti ve směru kladném i záporném, možnost aplikace kdekoli v potrubí.



Obr. 8.8 – Rychlostní sonda firmy ADS ENVIRONMENTAL SERVICES [27]

ULTRAZVUKOVÝ HLADINOMĚR

Ultrazvukový hladinoměr LEVELIS LU-55

Jedná se o bezdotykový hladinoměr, který vyrábí firma ELIS Plzeň a.s. [25].

Tyto hladinoměry jsou určeny pro měření hladiny kapalin, kalů a suspenzí v otevřených i uzavřených jímkách, nádržích a kanálech. Velkou výhodou tohoto hladinoměru je ochrana proti přepólování napájecího napětí a vysoká rozlišovací schopnost měření. Hladinoměr LEVELIS LU-55 je zobrazen na obr. 8.9 .



Obr 8.9 - Hladinoměr LEVELIS LU-55 [25]

8.2 MĚŘENÍ VODOTĚSNOSTI

8.2.1 Zkouška vzduchem

Provádí se podle ČSN EN 1610 *Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení*. Obdobně jako zkoušky vodou se oba konce úseku utěsní vaky. Díky činnosti kompresoru vzniká tlak potřebný pro těsnící vaky i pro průběh vlastní zkoušky. Na řídicí jednotku je napojeno čidlo, které snímá tlak ve vyhodnocovaném úseku. Pokles tlaku je registrován a archivován. Zkušební tlak v úseku je s dalšími nutnými údaji zaznamenán ve zkušebním protokolu včetně grafu jeho průběhu. Celá zkouška probíhá automaticky. Pokud jsou v úseku zjištěny netěsnosti, následuje fáze jejich lokalizace. Úsek je rozdělen na dílčí úseky, případně jsou kontrolovány jednotlivé spoje trub [23].

K provedení zkoušky se používá přenosné zařízení, které umožňuje průběh tlaku při zkoušce převádět do digitální formy a ten je možné sledovat v průběhu na displeji notebooku. Zařízení obsahuje software, který provádí sběr dat, archivaci, vyhodnocení jednotlivých zkoušek a zpracování do průtoků s grafickým zobrazením průběhu zkoušky. Přílohou protokolu je tabulka naměřených hodnot z vyhodnocovaného úseku. Pro okamžitou kontrolu tlaku je do systému zapojen kalibrovaný analogový manometr. Zařízení musí být kalibrováno v Českém metrologickém institutu a mít vystavený certifikát přesnosti měření [38].

Rychlost měření úseků je přibližně 1 úsek/ 30 minut, tato hodnota je ovšem přibližná a může se měnit podle typu použitých přístrojů měření [38].

8.2.2 Zkouška vodou

Provádí se pomocí utěšňovacích vaků s plováky. Na horní konec je nainstalováno odvzdušňovací potrubí. Úsek se naplní vodou. Úbytek tlaku v těsnících vácích je snímán. Výsledky měření se vyhodnocují podle ČSN EN 1610 nebo dle ČSN 75 6909 *Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek*. Předepsaný zkušební tlak je měřen snímači tlaku, které zachytí jeho pokles při netěsnosti úseku. Unikající množství vody je automaticky plynule doplňováno. Množství doplňované vody se měří a zobrazuje na displeji. Průběh zkoušky je i s údaji zaznamenán do protokolu o měření v podobě grafického znázornění průběhu tlaku a objemu doplněného množství vody. Celá tato operace probíhá automaticky [23].

8.3 STANOVENÍ TRASY STOKY

Stanovení trasy stoky je důležitou součástí průzkumu a jejím zjišťováním se zabývá provozní a stavebně-technický průzkum. U nově budovaných stokových systémů se již vede podrobná dokumentaci o vedení trasy stoky, ale v minulosti tomu tak nebylo. V některých případech chybí podklady, podle kterých se zjišťuje stávající trasa stoky, nebo jsou tyto záznamy nepřesné. Pokud se buduje nová trasa technické infrastruktury, musí se nejprve zjistit stávající trasy vedení, aby nedošlo k narušení jejich technického stavu. K zjištění trasy vedení stoky se využívá nedestruktivních metod, které se provádí z povrchu. Měřicí zařízení, které k tomuto účelu slouží je georadar a sonar. V praxi se více využívá georadar, proto je v následujícím textu probraná problematika stanovení trasy vedení pomocí georadaru. Georadar se připevňuje na pojízdný vozík, což je patrné na obr. 8.10 a pracovník s ním přejíždí po povrchu a vyhodnocuje trasu vedení. Některé moderní georadary se montují na speciální konstrukci, která umožňuje jejich přenášení a posouvání ručně.



Obr. 8.10 – Georadar nad kanalizační stokou připevněný na pojízdný vozík [58]

8.3.1 Georadar

PRINCIP GEORADARU

Jedná se o nedestruktivní geofyzikální metodu, která využívá pulzy elektromagnetického záření v mikrovlnné oblasti k zobrazení podloží. Krátké pulzy elektromagnetického vlnění jsou vysílací anténou vysílány do země. Signál odražený od rozhraní jednotlivých vrstev je registrován přijímací anténou. Hloubka dosahu georadaru je dána jeho frekvencí, radiačním výkonem a elektrickou vodivostí podloží. S rostoucí vodivostí podloží se snižuje hloubkový

dosah radaru. Použijeme-li radar s vyšší frekvencí, snížíme tím dosah radaru, ale současně zvýšíme jeho rozlišení v detailech [45], [15].

Mezi výhody měření pomocí georadaru patří [45] :

- nedestruktivní charakter měření;
- rychlost zpracování výsledků;
- malé náklady na provoz.

Mezi nevýhody měření pomocí georadaru patří [45] :

- obtížná interpretace výsledků pro nezkušeného uživatele;
- vysoké pořizovací náklady;
- potřeba elektrické energie

MĚŘÍCÍ PRVKY GEORADARU

Georadar se skládá ze 4 prvků a to vysílače, přijímače, synchronizace a záznamu dat a antény. Ve spolupráci s ruským výrobcem georadarů, byl nyní vyvinut nový typ antén, které umožňují lepší dosah georadaru, a zdvojnásobilo se a zlepšilo rozlišení jednotlivých vrstev. Rozdíl mezi původními a novými anténami je patrný na obr. 8.12, 8.13 a 8.14 [40], [55].

VYUŽITÍ GEORADARU

Georadary se běžně používají na [40] :

- povrchový i hloubkový průzkum země;
- kontrola a vyhledávání podzemních objektů;
- průzkumy před zahájením stavebních činností;
- vyhledávání inženýrských sítí;
- zjišťování ekologických zátěží, skládek, kontaminace;
- průzkum dna a nánosů pod vodními plochami;
- měření ve štolách;
- archeologický průzkum;

- lokalizace dutin;
- monitoring vodních staveb.

VÝROBCI A DODAVATELÉ GEORADARU

V České Republice neexistuje firma, která vyrábí georadary. Všechny georadary jsou dovážené ze zahraničí. Mezi nejznámější světové výrobce georadarů patří italské, švédské a ruské firmy. V České Republice patří k největším dodavatelům firma Georadar RTG – Tengler, která nabízí georadary vyráběné švédskou firmou Mala Geoscience.

Pro účel stanovení trasy stok se dá výborně použít georadar dodávaný firmou RTG – Tengler, který se jmenuje georadar EASY LOCATOR.

V roce 2009 probíhal projekt ORFEUS, který byl zaměřen na vývoj a zlepšení technologie georadarů. Jeho cílem byl vývoj multifrekvenčního a výkonnějšího povrchového georadaru a vývoj nového radaru, který bude umístěn ve vrtné hlavě řiditelných vodorovných vrtných souprav pro pokládku trub a kabelů a bude poskytovat informace o překážkách před a okolo vrtné hlavy [46].

Po ukončení tohoto v projektu v roce 2009 je k dispozici nově navržený georadar pro vyhledávání inženýrských sítí a překážek pod povrchem a georadar ve vrtné hlavě, který zajišťuje větší bezpečnost při vrtání v blízkosti podzemních inženýrských sítí. Produkty jsou určeny zejména provozovatelům inženýrských sítí, stavebním firmám a projekčním kancelářím [46].

Georadar EASY LOCATOR

Jedná se o georadar dodávaný firmou RTG – Tengler [40].

Tento georadar byl v 90. letech minulého století vyvinut na základě požadavku ruského kosmického výzkumu pro průzkum Marsu a je zobrazen na obr. 8.11. Bylo třeba vyhovět několika protichůdným technickým požadavkům. Georadar měl být lehký, výkonný, spolehlivý a s dosahem stovek metrů. Všechny georadary do té doby byly stavěny podle stejného principu s výkonem 50-100W. Zjednodušeně se takový georadar skládal ze čtyř bloků a to vysílač - přijímač - synchronizace a záznam dat - antény. Všechny tyto prvky byly podrobeny důkladné analýze. Zvětšení hloubky dosahu je možné zcela jednoduchým způsobem a to zvýšením citlivosti přijímače nebo zvýšením výkonu vysílače.

Georadar pracuje nejčastěji na frekvencích od 12MHz do 500MHz, to jsou ale frekvence, kde pracuje spousta amatérských vysílačů, rozhlas i televize.

Dokáže vyhledat kovové i nekovové předměty do 5m pod povrchem země. Místo uložení předmětu dokáže zjistit s přesností několika centimetrů, pracuje pouze s jedinou anténou na frekvenci 500MHz. Složitější situace, velké množství různých vedení na jednom místě nebo archeologický průzkum se řeší pravidelnou sítí profilů.

Měření a vyhodnocení na obrazovce probíhá v reálném čase a řez zemí je tak vidět na obrazovce už za jízdy georadaru po povrchu. Trasování případného vedení je velmi rychlé, asi 1km za hodinu včetně vyznačení vedení na povrchu. Předpokladem je rovný povrch - georadar se pohybuje na kolečkách několik cm nad zemí.

Často se používá ke kontrole podkladů vozovek, kde dokáže najít dutiny, propady nebo rozvolněný podklad, odhalí nekvalitně provedené opravy vozovek nebo naopak dokáže zjistit rozsah poškození vozovky tak, aby ji bylo možno kvalitně opravit. Rozliší povrchová narušení i propady, které mají původ třeba 1m pod vozovkou - prasklá potrubí a vznikající dutiny, nekvalitně provedené zasypání výkopů apod.



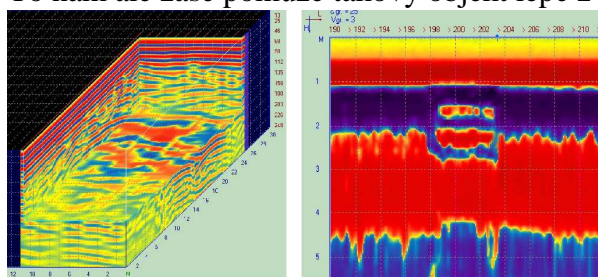
Obr. 8.11 – Georadar EASY LOCATOR [40]

VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ - RADAROGRAM

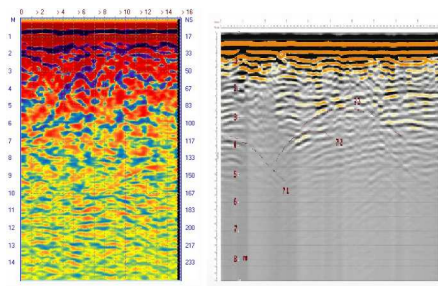
Georadar má vysílač impulsů a přijímač. V okamžiku vyslání impulsu do půdy přijímač okamžitě přijímaná data začne ukládat tak, jak přicházejí. Odražený puls přichází ve formě elektromagnetické vlny, která mění fázi a velikost amplitudy. Odražený paprsek se mění pouze, pokud prochází prostředím, kde se mění permitivita, vodivost nebo obojí najednou. Z tvaru této přicházející křivky lze usoudit, jakým prostředím vlna prochází. Další parametr, který dokážeme změřit je čas. Zdálo by se poměrně jednoduché zjistit hloubku, ve které nějaké objekty leží. Problém je v tom, že rychlost vlny se mění v závislosti na materiálu,

kterým vlna prochází. V řadě měření je situace usnadněna tím, že jednotlivé vrstvy jsou uloženy vodorovně. Pokud takové souvrství najdeme, je jednoduché změřit v této oblasti rychlosti šíření v jednotlivých vrstvách (lze určit i jednotlivé permitivity vrstev) a tím se dopracovat k hloubce hledaných objektů. Nemůžeme ale změřit tyto vlastnosti v nejspodnější vrstvě, paprsek tam nemá možnost odrazit se od další rovné vrstvy. Pak se tato rychlost šíření musí odhadnout z tabulek pro daný typ horniny v tomto místě. Pokud to není možné, musí se provést vrt [40], [15], [55].

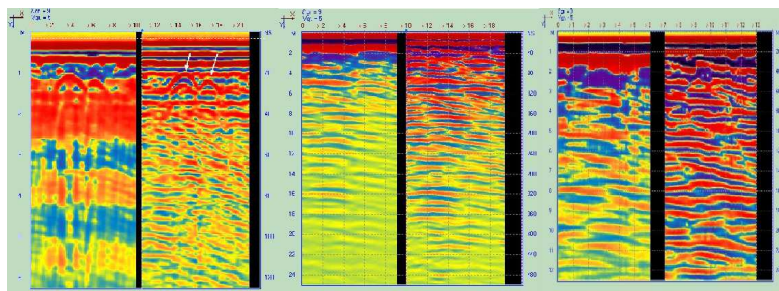
Protože dokážeme vyhodnotit pouze změny vlastností materiálu, ve výsledném obrázku nikdy nenajdeme např. hledanou stoku jako ostře ohraničený obdélník. Velmi dobře uvidíme strop, někdy náznak stěn a málokdy dno. Navíc obraz pod stropem stoky se zdeformuje, prohne se směrem nahoru, protože se nám po průchodu stropem ve vzduchu několikrát zrychlí šíření vlny a ke dnu štol vlna vzduchem dorazí mnohem dříve než skálou ke skále, která je v úrovni tohoto dna. To nám ale zase pomůže takový objekt lépe zviditelnit [40], [15], [55].



Obr. 8.12 – Porovnání zpracování dat ve 3D a 2D modelu [40]



Obr. 8.13 – Porovnání měření georadarem LOZA (vlevo) a běžným georadarem [40]



Obr. 8.14 – Porovnání měření původních antén (vlevo) a nových [40]

8.4 MĚŘENÍ DEFORMACE

Měření deformace v stokovém systému je velmi důležitým podkladem pro plánování údržby a provozu, popřípadě návrhu sanace. Mezi možné následky vlivem deformace stokového systému patří snižování hydraulické výkonnosti, zvýšení výdajů za údržbu, ucpání potrubí, vznik trhlin, prolomení a následné zborcení potrubí [41].

Měření deformace je důležitou součástí průzkumu a jeho zjišťováním se zabývá stavebně technický průzkum. Mezi přístroje, které umožňují měření deformace, patří 3D scanner, echolot-scanner a kalibrovací měřicí přístroje [41]. V současnosti se k měření deformace nejčastěji používá 3D scanner, proto je probrán princip měření pouze tohoto přístroje.

PRINCIP MĚŘENÍ 3D SCANNERU

Rozdělení 3D scanneru na základě principu měření je [47]:

- mechanické měření;
- radarové měření;
- magnetické měření;
- ultrazvukové měření;
- rentgenové měření;
- optické pasivní měření;
- optické aktivní měření.

Mechanické měření 3D scanneru je založeno na základě dotyku mechanických ramen s povrchem. Nejčastěji se používán tam, kde je součástí povrchu i získání informace o tom, jak se povrchu přiblížit, což má význam v průmyslové automatizaci. Různé systémy pro 3D dálkový průzkum země, meteorologii využívají měření na principu radaru. Magnetické měření je vhodné pro různé druhy magnetických rezonancí, uplatňuje se především v medicíně a průzkumu. Sonografie, počítačová tomografie, systémy pro 3D zobrazování, poruchy v konstrukci využívají měření na principu ultrazvuku. Detekce vad v konstrukci je realizovaná rentgenovým měřením. Optické pasivní měření je založené na analýze obrazu z pohybující se kamery nebo sloužící k rekonstrukci 3D povrchu z více 2D obrazů.

Optické aktivní měření aktivně ozařuje snímaný objekt a z deformace projektovaného obrazu nebo odrazu světla rekonstruuje 3D povrch [47].

Pro měření deformací ve stokovém systému se využívají 3D scannery, které pracují na principu ultrazvuku, rentgenu nebo optických metod.

Zásadní rozdíl 3D scannerů od klasických laserových dálkoměrů je v množství změřených bodů v relativně krátkém okamžiku. Laserový skener proměří v určitém zorném poli tzv. mračno bodů. Je to v podstatě mřížka bodů, která má pravidelné úhlové rozestupy. U každého bodu jsou známy směry a vzdálenost od přístroje, takže známe i prostorovou polohu. Software, kterým je skener řízen, má i speciální modelovací funkce, specializované právě na zpracování skupiny bodů [42].

Mezi výhody měření pomocí 3D scanneru patří dle [43]:

- nedotyková měřicí metody;
- skenování velkých a složitých částic;
- úspora času oproti dotykovému měření;
- vytváří dokonalý tvar;
- měření jakéhokoliv materiálu.

Mezi nevýhody měření pomocí 3D scanneru patří dle [43]:

- menší přesnost oproti dotykové měřicí metodě;
- zdlouhavé zpracování naměřených bodů;
- špatný záznam hran a zaoblení;
- nesnímání lesklých ploch.

VÝROBCI A DODAVATELÉ 3D SCANNERU

V České Republice neexistuje firma, která vyrábí 3D scannery. Všechny 3D scannery, které používáme k měření deformací ve stokovém systému, jsou dovážené ze zahraničí. Mezi známé dodavatele patří firma GEODIS, BRNO s.r.o., která dodává scannery vyráběné společnostmi TOPCON, Volmos a BMI. Nabídka zahrnuje všechny druhy používaných laserů a další měřicí pomůcky. Ke všem dodávaným přístrojům zajišťuje servis na území České Republiky.

Firma SolidVision, s.r.o. je dodavatelem velice moderních 3D scannerů, které měří s vysokou přesností a jejich využití je v celé řadě odvětví.

3D scanner HANDYSCAN 3D

Jedná se o 3D scanner společnost SolidVision, s.r.o., která je v současné době největším autorizovaným prodejcem 3D Cad systému SolidWorks v České Republice [44]. Vzhled 3D scanneru HANDYSCAN 3D je patrný z obr. 8.15.



Obr. 8.15 – 3D scanner HANDYSCAN [44]

Handyscan 3D je první opravdu přenosný laserový scanner na trhu. V současné době je HandyScan 3D nejlepší laserové snímací zařízení navržené pro zlepšování konstrukce a kontroly během i po výstavbě.

Jedná se o ruční, mobilní a velice přesný scanner. Od svého uvedení na trh se setkává se skvělým ohlasem, hlavně kvůli své přesnosti, jednoduchosti používání a celkovému výkonu. Handyscan 3D se dodává v lehkém hliníkovém kufříku s kompletním příslušenstvím: držák scanneru, kalibrační deska, obslužný program VxScan, krabičky s reflexními body a FireWire kabel pro propojení scanneru s počítačem.

Výhody HANDYSCANU 3D společnosti Solid Vision s.r.o. jsou [47]:

- automatické pozicování;
- jednoduché a komfortní zařízení;
- přesnost;
- cena;
- mobilita;
- všestrannost použití.

Jeho hmotnost je kolem 1 kg, rozměry jsou 160x260x210 mm, snímá přibližně 18000 snímků za sekundu s přesností až 50 μ m.

8.5 OPTICKÁ KONTROLA STÁVAJÍCÍHO STAVU

Kontrola stávajícího stavu podzemních vedení se provádí za účelem posouzení naléhavosti a rozsahu oprav a obnovy a následně po provedení opravy nebo obnovy jako kontrola kvality těchto prací. V případě nutnosti kontroly se předem stanoví, jak se má detailně provádět zjištění a posouzení stávajícího stavu podle jednotlivých hledisek, které mohou být stavební, hydraulické nebo na ochranu životního prostředí [23].

Důvody pro kontrolu stávajícího stavu stokového systému jsou [50]:

- odhalení důvodů ucpání stoky;
- zjišťování stavu stokových systémů v rámci pravidelné kontroly;
- vlhnutí zdiva;
- propadání zeminy v okolí stoky;
- stoka zapáchá;
- vyhledávání kanalizačních přípojek;
- vyhledávání čistících otvorů, šachet;
- zjišťování stavu před nebo po rekonstrukci.

Optickou kontrolou stávajícího stavu se zabývá stavebně-technický a provozní průzkum. Stávající stav se zjišťuje nejčastěji vizuální prohlídkou, která se liší podle průleznosti profilu. Zjištění se provádí vnitřní nebo vnější inspekci, podrobnější dělení je zobrazeno v tab. 8.4.

Tab. 8.4 – Metody kontroly stávajícího stavu [41]

KONTROLA STÁVAJÍCÍHO STAVU	VNĚJŠÍ INSPEKCE	Inspekce pochůzkou	fotoaparát, kamery
		Geofyzikální průzkum	-
		Průzkum staveniště a stavby	-
	VNITŘNÍ INSPEKCE	Přímá optická kontrola	pochůzka
		Nepřímá optická kontrola - průlezný profil	kanalizační TV kamera
		Nepřímá optická kontrola - neprůlezný profil	kanalizační TV kamera kanalizační zrcadlo

Pro inspekci a kontrolu stávajícího stavu se nejčastěji využívají metody zjišťování vnitřní inspekci, kterou provádíme pomocí kanalizačních kamerových souprav. Typy jednotlivých kamerových souprav jsou uvedeny v tab. 8.5.

Tab. 8.5 – Typy kamerových souprav [zdroj: K. Škařupová]

KAMEROVÉ SOUPAVY	Přenosné digitální zařízení
	Pojízdné digitální zařízení
	TV inspekční systém umístěný ve vozidle

8.5.1 Přenosné digitální zařízení

Přenosné digitální zařízení pro kontrolu stávajícího stavu stokových systémů může být dvojího typu. Můžeme použít šachtovou nebo posuvnou kamerou.

Šachtová kamera pro kontrolu stávajícího stavu stokových systémů se skládá z kamerové hlavy pro barevný záznam, osvětlení pomocí LED diod na sklolaminátové tlačné tyči a pozorovacího monitoru připevněném na tyči a je zobrazena na obr. 8.16.

Zařízení lze použít u potrubí od jmenovité světlosti DN 80 do DN 200 a do délky 40 m. U větších profilů je možné doplnit zařízení o výkonnější osvětlení. K přenosnému zařízení náleží i příslušenství, které obsahuje síťový zdroj, napět'ový-napájecí generátor a akumulátor [23].

V dnešní době existuje spousta firem, která vyrábí a dodává šachtové kamery. Mezi dodavatele patří například společnost PROXIS s.r.o.



Obr. 8.16 - Kontrola stávajícího stavu stoky pomocí šachtové kamery [57]

Mezi novinky na trhu patří šachtová kamera QuickView, kterou dodává společnost PROFI s.r.o [51].

Tato šachtová kamera je navržena především pro rychlé vizuální kontroly rozměrnějších oblastí jakými jsou například různé dutiny, komíny, reaktorové nádoby, šachty nebo míst, která leží mimo přímý dosah pod či nad úrovní povrchu.

Základem je barevná kamera umístěná v pohyblivé hlavici, která je připevněna na teleskopickou tyč. Dalšími částmi jsou barevná zobrazovací a záznamová jednotka, která je zavěšena na těle obsluhy. Zachován zůstává osvětlovací systémem. Na obr. 8.17 je zobrazen princip měření pomocí šachtové kamery Quick View.



Obr. 8.17- Kontrola stávajícího stavu stoky pomocí šachtové kamery QuickView [51]

Posuvné kamery pro kontrolu stávajícího stavu stokových systémů se skládají z monitoru, měřicího zařízení, které umožňuje grafické zobrazení na monitoru, posuvného kabelu, kabelové navíjecí kolo s brzdou, osvětlení, výměnné kamery, rotační kamerové hlavy, které jsou zobrazeny na obr. 8.18 [52].

Posuvné kamerové soupravy jsou tlačná zařízení s integrovanou řídicí jednotkou umístěnou v panelu klávesnice [52].

Mezi nejznámější firmy, které vyrábějí a dodávají na český trh posuvné kamery, patří společnost PROXIS s.r.o., společnost CTU (Camara Technic Ujvari) nebo společnost Kummert GmbH. Nejznámější českým výrobcem a zároveň dodavatelem posuvných tlačných kamerových souprav patří firma ZIKMUND Electronics s.r.o.

Společnost PROFI s.r.o. dodává dva typy posuvných kamerových systémů, kamery Agilios a MiniCam, které jsou zobrazeny na obr. 8.18 [52].

Výhodou těchto kamer je otočná a naklápěcí kamerová hlava, pěkný design, monitor je umístěný na odolné a pevné konstrukci, ruční ovládací integrovaný systém s LCD displejem. Potrubní kamera je chráněna titanovým pouzdem se safírovým okénkem proti poškrábání.



Obr. 8.18 - Posuvné kamery Agilios a Minicam [52]

Společnost Kummer GmbH vyrábí kanalizační roboty a posuvné kamery pro kanalizační inspekci typu CamMobile Compact, CamMobile Profi a CamMobile Push Rods [53].

Posuvné kamery typu CamMobile jsou vhodné především pro rychlé kanalizační inspekce. Díky modulárnímu nastavení lze hlavy kamer a navijáky libovolně zaměňovat, a tak ideálně přizpůsobit kontrolní systém podle daných specifikací. Posuvná kamera CamMobile je zobrazena na obr. 8.19.



Obr. 8.19 – Posuvná kamery typu CamMobile [53]

Český výrobce firma ZIKMUND Electronics s.r.o. dodává tlačené posuvné kamerové soupravy typ TRONIC T40 [33].

Ovládání kamery je umístěno v kompaktním držáku s klávesnicí. Řídící jednotka je ovládaná třemi výkonnými mikročipy. Kamera je vybavena video vstupem a výstupem pro napojení videorekordéru. Délka kabelu je standartně 50 m, na přání objednavatele může být až 120 metrů. Rotační kamerová hlava je výměnné zařízení s možností rotace a jsou zobrazeny na obr. 8.20.



Obr. 8.20 – Kamerová souprava TRONIC T40 a rotační hlava TRONIC T40 [33]

Většina tlačných posuvných kamerových souprav se používá do potrubí o jmenovité světlosti DN 50 až DN 250, výjimečně DN 300. Proto se tyto soupravy používají nejčastěji pro revizi kanalizačních přípojek, u stok bývají nasazovány výjimečně pouze u malých profilů.

8.5.2 Pojízdne digitální zařízení

Pojízdne digitální zařízení se skládá z kamerové hlavy pro barevný záznam, pojízdneho kamerového vozíku a nerezové konstrukce. Je vhodné pro potrubí od jmenovité světlosti DN 100. Možné je jeho rozšíření na vestavnou verzi až satelitní alternativu. Ve spojení s plně automatickou kabelovou cívkou může délka použitého kabelu dosáhnout až 250 m. Alternativně může být zařízení vybaveno automatikou zpětného chodu kamerového vozíku [23].

Firem, které dodávají pojízdne kamerové soupravy je celá řada. Mezi nejznámější výrobce patří společnost Rausch, ITV, Ibak-Panoramo a Ibak-Orion. Známým českým dodavatelem těchto zařízení je firma DISA, v.o.s., společnost Společnost BMH spol. s r.o. nebo společnost I.B.O.S. EU a.s.

Technologie ITV a Rausch je založena na systému TV kamery s otočnou hlavou pro použití v profilech DN 100 - 1600 mm [54].

Systém skenování potrubí pomocí kamery Panoramo, umožňuje vysokou rychlost monitoringu (1km za směnu), což snižuje dobu odstávky potrubí. Vyhodnocení je provedeno formou protokolů a záznamů uložených na DVD včetně měření spádů potrubí. 3D skener umožňuje prostorovou vizualizaci a snadné dopočítání faktického DN měřeného potrubí. Výstupem je panoramatický statický snímek, kterým se lze pomocí myši na PC virtuálně procházet [54].

Nástrčná kamera IBAK Orion s otočnou hlavou je vhodná zejména pro monitoring domovních přípojek DN 80 - 200 mm. Kamera se posunuje pomocí tlačné struny do vzdálenosti až 50 m i přes lomy a kolena v závislosti na profilu a poloměru zakřivení potrubí [54].

Firma DISA, v.o.s. dodává mobilní systém pro optickou inspekci stoky ECO STAR 400 [39].

Tento systém je určen pro operativní optickou inspekci stavu stoky, především kanalizačních přípojek a hlavních řadů a kamerové soupravy jsou zobrazeny na obr. 8.21.

ECO STAR 400 využívá kamerové vozíky od DN 100 do DN 2000. Řídící a ovládací jednotka má barevný LCD monitor a kamera s vozíkem se ovládá pomocí joysticku. Inspekční kamerový vozík, kanalizační robot, je doplněn kabelovými cívkami s délkou kabelu maximálně 180 m při mobilním provedení, v případě vestavby může být délka až 300 m.



Obr. 8.21 – Kamerový systém ECO-STAR 400 [39]

Firma I.B.O.S. EU a.s. dodává inspekční kamerové systémy REVI 300, REVI 550, REVI 800 a REVI 1200 [22]. Jednotlivé typy kamerových souprav jsou zobrazeny na obr. 8.22.

Tyto systémy se skládají z kamerové hlavy a kamerového vozíku. Kamerová hlava je barevná a digitální, dále je vodotěsná a naplněná dusíkem s ukazatelem těsnosti tlaku. Je vybavena integrovaným osvětlením, které obsahuje led diody nové generace. Kamerový vozík je poháněn elektrickým pohonem. Je proveden vodotěsně a společně s kamerovou hlavou plněn dusíkem. Dosah kamerového vozíku je 150 m [22].



Obr. 8.22 – Inspekční kamerový systém REVI 300, REVI 550 a REVI 1200 [22]

8.5.3 Inspekční systém umístěný ve voze

Oproti přenosným zařízením nabízí další funkce a nástroje, které operátorovi značně ulehčují práci, nezatěžují jej prováděním stereotypních funkcí a dávají mu tím prostor maximálně se soustředit na vyhodnocování obsahu optické informace [23].

Tento inspekční systém dále nabízí [23] :

- synchronizovaný pohyb kabelové cívky a teleskopického ramene jeřábku;
- říditelné vozíky pro potrubí od DN 100 až po DN 1400;
- kamerové hlavy otočné ve dvou osách pro potrubí od DN 70;
- programově ovládané funkce kamerových hlav;
- digitalizace snímků i videozáznamu, měření rozměru nálezů ve stoce.

Digitální přenos ovládacích signálů snižuje hmotnost kabelu a prodlužuje jeho maximální délku až na 600 metrů. Stranově ovládané kamerové vozíky zaručují podstatně větší spolehlivost při práci v libovolném profilu. Vozíky jsou vybaveny měřením bočního náklonu, podle kterého se koriguje směr pohybu a prakticky se tím téměř zcela zabraňuje převrácení vozíku. Pro kontrolu domovních kanalizačních přípojek současně s TV inspekcí hlavních řadů může být hlavní TV jednotka rozšířena o tzv. satelitní zařízení. Prostřednictvím otočné kamerové hlavy lze kontrolovat domovní přípojky až do vzdálenosti 30 metrů, dokumentovat jednotlivé nálezy i spoje trub po celém jejich obvodu. Jako optimální zdroj osvětlení slouží LED diody [23].

9 ZHODNOCENÍ PROVOZNĚ-TECHNICKÉHO STAVU VYBRANÉ ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ

Pro zhodnocení provozně-technického stavu jsem vybrala dva úseky stokové sítě, které se nachází ve městě Vsetín. První část je tvořena úsekem mezi šachtami Š 12179 a Š 12180 o délce 50,5 metrů a nachází se na ulici Pod Žamboškou. Druhý se nachází na ulici Na Hrázi a tvoří jej úsek od šachty Š 10559 po Š 12129 a má délku 41,7m. Oba úseky byly vybudovány ve stejnou dobu, stejnou technologií a jsou provedeny konstrukčně stejně.

Na základě provedeného kamerového průzkumu jsem úseky zatřídila a ohodnotila dle ČSN 13 508 [60]. Každý úsek je popsán pomocí kódů vztahujících se ke konstrukci a k provozu. Vybraná část vyhodnocení je uvedena v příloze 2. Celkový vypracovaný posudek a kompletní hodnocení provozně-technického stavu dle příslušných ukazatelů je součástí CD.

Části stokové sítě jsem ohodnotila pomocí technických ukazatelů a každému přiřadila příslušnou třídu poruch podle TNV 75 6905 (Návrh) a oba úseky vzájemně porovnávala a zhodnotila.

Z výsledku je patrné, že úsek stokové sítě, který se nachází na ulici Na Hrázi, je v horším technickém stavu. Patří do kategorie K4 dle TNV 75 6905 (Návrh), což znamená, že technický stav je nevyhovující a odstranění poruch je nutné v krátkém časovém horizontu. Úsek stoky, který se nachází na ulici Pod Žamboškou byl zatříděn do kategorie K3, tedy jeho stav je vyhovující a odstranění poruch je nutné v střednědobém časovém horizontu.

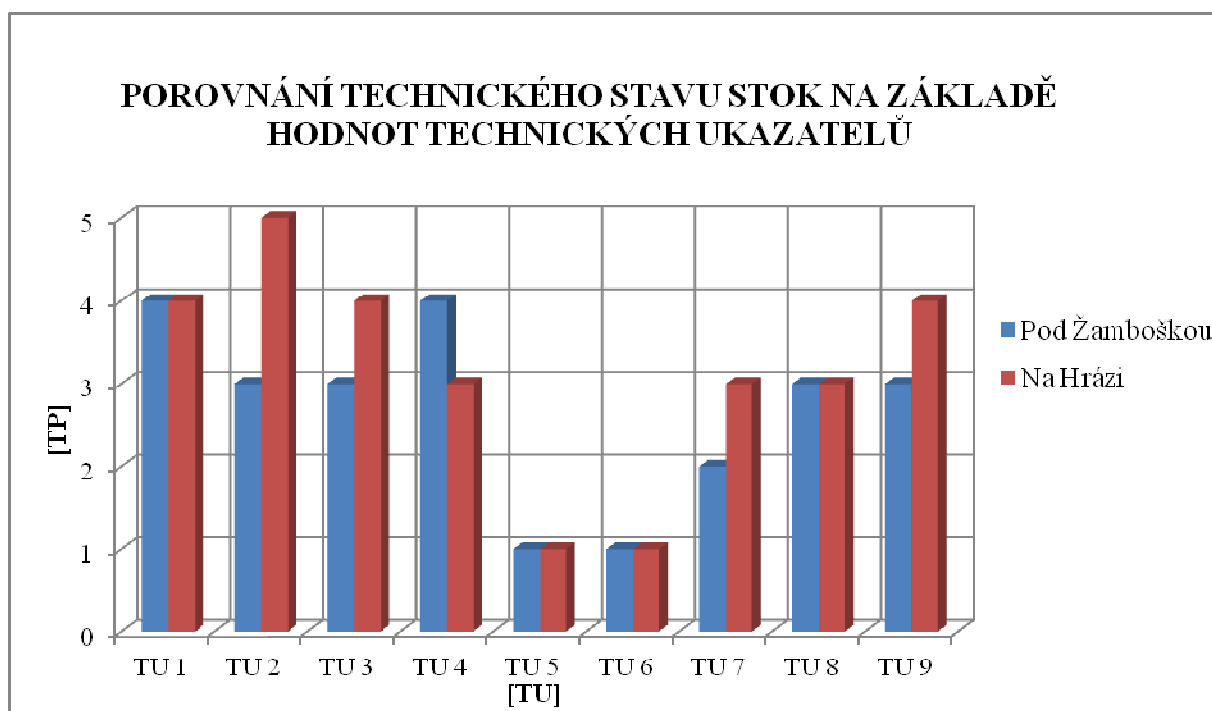
Pro zjištění možné příčiny zhoršeného technického stavu stoky nacházející se na ulici Na Hrázi jsem provedla terénní prohlídku. Z průzkumu je patrné, že stoka se nachází v blízkosti centra a je situována pod komunikací, která je dopravně více zatížena než stoka na ulici Pod Žamboškou. Dochází k většímu statickému a dynamickému namáhání od motorových vozidel, což může být možná příčina jejího nevyhovujícího stavu. Naopak stoka na ulici Pod Žamboškou, se nachází v blízkosti rodinných domů, v okolí se nevyskytují žádné průmyslové podniky ani rozšířená občanská vybavenost. Nedochází k velkému statickému a dynamickému opotřebení, stoka se nevyskytuje v místech pojezdu motorových vozidel, proto vykazuje lepší technické vlastnosti.

Technické zhodnocení stok podle technických ukazatelů a tříd poruch je uveden v kapitole 9.1 a vyhodnocení dle návrhového softwaru, vytvořeného v Excelu, se nachází v příloze 3. Kompletní vytvořený podpůrný softwar je součástí CD.

9.1 POROVNÁNÍ KAMEROVÝCH PRŮZKUMŮ DLE HODNOT TECHNICKÝCH UKAZATELŮ

Tab. 9.1 – Hodnoty třídy poruchy dle technických ukazatelů [zdroj: K. Škařupová]

Technický ukazatel	Pod Žamboškou	Na Hrázi
	[TP]	[TP]
TU 1	4	4
TU 2	3	5
TU 3	3	4
TU 4	4	3
TU 5	1	1
TU 6	1	1
TU 7	2	3
TU 8	3	3
TU 9	3	4
TU 10	-	-



Obr. 9.1 – Porovnání technického stavu stok [zdroj: K. Škařupová]

10 ZÁVĚR

Předkládaná bakalářská práce uvádí možné způsoby zjišťování provozně-technického stavu stokových sítí, kanalizačních přípojek a šachet. První část byla zpracovaná formou rešerše z oblasti stanovení metod provozně-technického stavu. V této části byly popsány hlavní průzkumy, které se provádí v rámci kontroly, údržby a obsluhy stokových sítí a na základě jejich stanovení byly určeny metody, které je nutno provádět. Z širokého spektra metod, které lze použít pro stanovení provozně-technického stavu stokových sítí, byly vybrány některé z nich. U každé metody byly popsány cíle, postupy stanovení a používané přístroje, u nichž byl vysvětlen základní princip, na kterém pracují, včetně uvedených nejznámějších výrobců a dodavatelů.

Pro lepší pochopení dané problematiky byla tato část doplněna o informace z oblasti navrhování stokových sítí a kanalizačních přípojek, které uvádí základní hodnoty návrhových parametrů potřebných pro správný návrh stokového systému.

Druhou částí bylo zpracování posudku provozně-technického stavu reálné stokové sítě ve městě Vsetín a vytvoření podpůrného softwaru v Excelu, který slouží k stanovení a hodnocení technického stavu stokových systémů. Jeho funkčnost byla následně odzkoušena na návrhových úsecích stokové sítě a podle provedeného kamerového průzkumu, byly úseky zatříděny dle kódovacího systému ČSN EN 13508-2 a TNV 75 7905 (Návrh). K posouzení byly vybrány dva úseky stokové sítě, které byly vybudovány ve stejnou dobu, ze stejného materiálu s použitím stejných technologií pro jejich výstavbu. Na základě výsledků lze usoudit, že stoková síť sice byla vybudovaná za stejných podmínek a prostředků, ale přesto vykazuje rozdílné vady a poruchy způsobené od vnějších vlivů. V tomto případě se jednalo o rozdílný technický stav stok, který způsobilo odlišné statické a dynamické namáhání od dopravy.

V případech, kdy je zjištěn nevyhovující provozně-technický stav stokové sítě, je vhodné ke kamerovému průzkumu navrhnout doplňující měření zjištěných nevhodných ukazatelů. K tomuto účelu slouží metody a přístroje, které byly popsány v první části této práce. Pro volbu a druh doplňkových měření se zpracovává posudek, který vychází z kamerového průzkumu.

Při návrhu a posuzování stokových systémů se proto musí brát v úvahu všechny vlivy, které na danou konstrukci působí, snažit se je identifikovat a včasným a pravidelným monitoringem předcházet jejich negativnímu vlivu.

Z výsledků hodnocení technického stavu stokových sítí se navrhuje intervaly čištění, plány kontrol, popřípadě se stanovuje nutnost sanace, proto se musí dbát na správné stanovení provozně-technického stavu stokových systémů, které zajistí delší životnost a provozuschopnost celého odvodňovacího systému.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Historie kanalizace. *Našeinfo* [online]. 2012-04-24 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.naseinfo.cz/stavby-a-stavebnictvi/technicke-zarizeni/kanalizace/historie-kanalizace>
- [2] Ošetřovatelství. *Ošetřovatelství* [online]. 2012-04-24 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://annakarlikova.tym.cz/ose.html>
- [3] Ošetřovatelství ve starověkém Řecku. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2012 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/O%C5%A1et%C5%99ovatelstv%C3%AD_ve_starov%C4%9Bk%C3%A9m_%C5%98ecku
- [4] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). *EAGRI* [online]. 2011 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2001-274-
- [5] Družstvo cementářů. *Kanalizační šachty a studny* [online]. 2012-04-23 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: <http://www.dcpraha.cz/produkty/betonove-kanalizacni-sachty-a-studny.htm>
- [6] Pařížské stoky. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2010 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pa%C5%99%C3%AD%C5%B5sk%C3%A9_stoky
- [7] Historie kanalizace. *Brněnské vodárny a kanalizace* [online]. 2005 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/odvadeni-a-cisteni-odpadnich-vod/>
- [8] Z historie pražské kanalizace. *ESTAV* [online]. 2012 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.estav.cz/region/praha/prazska-kanalizace-historie.html>
- [9] ČSN 756101. *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2008.
- [10] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). *EAGRI* [online]. 2011 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2001-428-voda.html

- [11] ČSN EN 752. *Odvodňovací systémy vně budov*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2008
- [12] Stoková síť. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2007 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Stokov%C3%A1_s%C3%AD%C5%A5
- [13] Dějiny ošetrovatelství/Starověk. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2012 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/D%C4%Bjiny_o%C5%A1et%C5%99ovatelstv%C3%AD/Starov%C4%Bk
- [14] BERÁNEK, Jan. *Inženýrské sítě*. Brno, 2005. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně.
- [15] Каталог типовых образов. Опыт работы. *Фонд подводных геофизических исследований* [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://geo-radar.ru/works.php>
- [16] TRNKOVÁ, Ing. Miroslava. *Instalace vody a kanalizace I*. Praha: INFORMATORIUM, spol. s.r.o., 2001. ISBN 80-86073-84-X.
- [17] ŽABIČKA, Ing. Zdeněk. *Vodovod a kanalizace*. Brno: ERA group spol. s.r.o., 2004. ISBN 80-86517-67-5.
- [18] HÁJEK, Ing. arch. Václav. *POZEMNÍ STAVITELSTVÍ III*. Praha: Sobotáles, 2004. ISBN 80-86817-04-0.
- [19] DĚDEK, Ing. Miloň a Ing. František VOŠICKÝ. *Stavební materiály*. Praha: Sobotáles, 2002. ISBN 80-85920-90-5.
- [20] *Technické standardy pro kanalizační zařízení ve správě Technických služeb Hostivice PROJECT ISA s.r.o. září 2010 účinnost od. 2012*. Dostupné z: http://www.ts.hostivice.cz/technicke_standardy/files/TS-TSHostivice_-_KANALIZACE_textova_cast.pdf
- [21] Metodická příručka posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. Praha, 2009.
- [22] Monitorovací technika. *Výrobce techniky pro čištění, monitoring, frézování a opravy kanalizace...* [online]. 2012-04-08 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://www.ibos.cz/revi-300.html>

- [23] KLEPSATEL, František a Jaroslav RACLAVSKÝ. *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemní vedení*. Bratislava: JAGA GROUP, s.r.o., 2007. ISBN 978-80-8076-053-5
- [24] Měření průtoku: Nezaplněné profily a kanály. *Měření průtoků* [online]. 2012-03-15 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://www.amshladinometry.cz/produkty-seznam.php?kategorie=4&serie=12>
- [25] Ultrazvukový hladinoměr LEVELIS LU-55. *ELIS Plzeň a.s.* [online]. 2012-03-04 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z: <http://www.elis.cz/cs/ultrazvukovyc-hladinomer-levelis-lu-55.html>
- [26] SOVAK. *Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě: Technická příručka*. 2008.
- [27] *Rychlostní sonda*. 2012. Dostupné z: http://www.dhi.cz/monitoring/download/pdf/ads_velocity_sen.pdf
- [28] ČSN EN 13508-2 (756901). *Posuzování stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek - Část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2012.
- [29] Příklady měřících metod průtoku. *PRUTOKY* [online]. 2012-03-15 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://www.prutoky.cz/kapaliny/teorie/priklady-mericich-metod/>
- [30] Průtokoměr MAG-Flow. *PRUTOKY* [online]. 2012-03-15 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://www.prutoky.cz/kapaliny/zaplnene-systemy/sestavy/mag-flow-kg>
- [31] *Stokování a čištění odpadních vod*. Brno, 2006. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně.
- [32] Kamery tlačné. *ZIKMUND Elektronics* [online]. 2012-04-08 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://www.e-zikmund.cz/cs/produkty/kamery-tlacne/>
- [33] Pf 2010. *Schnablova* [online]. 2012-04-23 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: <http://www.schnablova.net/Fotograficke/Pf/index.html>
- [34] Zajímavé principy měření. *Automatizace* [online]. 2012-03-04 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/zajimave-principy-mereni-elektromagneticke-indukcni-prutokomery>
- [35] Měřicí obvody indukčních průtokoměrů. *AUTOMA* [online]. 2012-03-04 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30787

- [36] Ultrazvukové průtokoměry kapalin. *ELIS Plzeň a.s.* [online]. 2012-03-04 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z: <http://www.elis.cz/cs/ultrazvukove-prutokomery.html>
- [37] Úvod do ultrazvukových průtokoměrů. *Průtokoměry- přístroje pro měření průtoku* [online]. 2012-03-04 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z: <http://www.omegaeng.cz/prodinfo/UltrasonicFlowmeters.html>
- [38] Zkoušky vodotěsnosti kanalizace. *Zkoušky vodotěsnosti kanalizace* [online]. 2012-03-04 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z: <http://www.zvk.cz/onas.htm>
- [39] Mobilní systém pro optickou inspekci kanalizace. *DISA* [online]. 2012-04-08 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://www.disa.cz/mobilni-systemy-pro-optickou-inspekci-kanalizace>
- [40] *Georadar RTG - Tengler* [online]. 2012-03-24 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://georadar.rtg-tengler.cz/>
- [41] RACLAVSKÝ, Jaroslav, Ladislav TUHOVČÁK a Stanislav MALANÍK. *Rekonstrukce vodohospodářských sítí*. Brno, 2006. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně.
- [42] 3D laserové skenery - přehled. *GEFOS* [online]. 2012-03-24 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.gefos-leica.cz/cz/leica/produkty/79/3d-laserove-skenery-prehled>
- [43] *Měření laserovým 3D skenerem*. 2012.
- [44] *HANDYSCAN 3D* [online]. 2012-03-24 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.handyscan.cz/o-nas.html>
- [45] Numerické modelování hodnot elektrické permitivity šterkového lože a možnosti využití výsledků pro správu železničních tratí. Praha, 2009. Dostupné z: <http://www.cd rail.cz/vts/CLANKY/vts27/2711.pdf>
- [46] The ORFEUS Project. Dostupné z: <http://www.orfeus-project.eu/publications.html>
- [47] *3D SCANNERY*. Praha: ATLANTIDA Publishing s.r.o., 2009. ISSN 1211-5401.
- [48] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). *EAGRI* [online]. 2011 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2001-254-viceoblasti.html
- [49] *Český statistický úřad* [online]. 2011 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: www.czso.cz

-
- [50] Kanalizační kamera. *Revize kanalizace kamerou* [online]. 2012-04-08 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://www.revize-kanalizace-kamerou.cz/kanalizacni-kamera.html>
- [51] Šachtová kamera QuickView. *PROXIS optické přístroje a systémy* [online]. 2012-04-08 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://proxis.cz/?i=276/sachtove-kamery>
- [52] Potrubní kamery iPEK: Agilios a MiniCam. *PROXI optické přístroje a systémy* [online]. 2012-04-08 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://proxis.cz/?i=274/potrubni-kamery>
- [53] CamMobile® Compact. *KUMMERT Inspektionssysteme* [online]. 2012-04-08 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://www.kummert.de/en/products/cammobile-compact>
- [54] Diagnostika potrubí pomocí kamer. *BMH* [online]. 2012-04-08 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://bmh.cz/-diagnostika-potrubni>
- [55] *Fund of underwater geophysical researches* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: http://www.geo-radar.ru/eng/e_works.php
- [56] TNV 75 6905 (Návrh). *Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě*. Brno: Hydroprojekt.
- [57] Šachtová kamera Ritec. *TOP CENTRUM* [online]. [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.topcentrum.cz/monitorovani-potrubni/Sachtova-kamera>
- [58] Georadarový průzkum. *Revize kanalizačních sběračů a stok* [online]. [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: http://www.inset.cc/files/Revize%20kanalizacnich%20sberacu%20a%20stok_1.pdf
- [59] *EBETON* [online]. 2012 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/encyklopedie/z-ceho-je-beton>
- [60] *Monitoring kanalizací. VODOVODY A KANALIZACE VSETÍN, a.s.*

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BZ	bez zásahu
CKKS _i	celkový kritický technický stav vybrané kanalizační šachty
CKTS _i	celkový kritický technický stav vybraných částí stokového systému
CŽS _i	celková životnost šachty
CŽVU _i	celková životnost vybraného úseku
DN	jmenovitá světlost potrubí
HDPE	vysokohustotní polyetylen
LDPE	nízkohustotní polyetylen
LO	lokální oprava
MDPE	středněhustotní polyetylen
NTP _i	nejnepříznivější zjištěná třída poruchy technického ukazatele
NZTSKS _i	nejhorší zjištěný technický stav kanalizační šachty
NZTSVU _i	nejhorší zjištěný technický stav vybraného úseku
OB	obnova úseku, šachet
PL _i	počet let v provozu
PTKS _i	průměrný technický stav kanalizační šachty
PVC	polyvinylchlorid
TP _i	třída poruchy
TSVU _i	technický stav vybraného úseku
TU _i	technický ukazatel
ZZS _i	zbytková životnost šachty
ZZVU _i	zbytková životnost vybraného úseku

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

<i>Tab. 3.1 – Definice vybraných pojmů ze zákona č.274/2001 Sb.</i>	<i>8</i>
<i>Tab. 3.2 – Definice vybraných pojmů z vyhlášky č.428/2001 Sb.</i>	<i>8</i>
<i>Tab. 3.3 – Definice vybraných pojmů ze zákona č.254/2001 Sb.</i>	<i>9</i>
<i>Tab. 3.4 – Definice vybraných pojmů z ČSN EN 752</i>	<i>9</i>
<i>Tab. 4.1 – Průměrná životnost kanalizačních trub</i>	<i>12</i>
<i>Tab. 4.2 - Přehled základních materiálů</i>	<i>13</i>
<i>Tab. 4.3 – Dělení kanalizační přípojky dle sil unášejících odpadní vodu.....</i>	<i>17</i>
<i>Tab. 4.4 – Dělení kanalizační přípojky dle způsobu odvádění odpadních vod</i>	<i>17</i>
<i>Tab. 4.5 - Způsoby napojení kanalizační přípojky na stokovou síť</i>	<i>17</i>
<i>Tab. 6.1 – Metody pro stanovení stavebně-technického stavu stokového systému</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 6.2 - Metody pro stanovení hydraulického stavu stokového systému</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 6.3 - Metody pro stanovení provozního stavu stokového systému</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 7.1 – Kategorie pro zařídování stavu stokových systémů</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 7.2 – Zařídění TSV_i a CKTS_i do kategorií</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 7.3 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro tuhé trouby</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 7.4 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro částečně poddajné trouby</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 7.5 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro poddajné trouby</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 7.6 – Zařídění PTKS_i a CKKS_i do kategorií</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 7.7 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro kanalizační šachty</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 8.1 - Přístroje pro měření průtoků a rychlostí v tlakovém potrubí</i>	<i>41</i>
<i>Tab. 8.2 - Přístroje pro měření průtoků, rychlostí a hladin v potrubí o volné hladině.....</i>	<i>43</i>
<i>Tab. 8.3 - Přístroje pro zjišťování výšky hladiny v potrubí o volné hladině</i>	<i>43</i>
<i>Tab. 8.4 – Metody kontroly stávajícího stavu</i>	<i>57</i>
<i>Tab. 8.5 – Typy kamerových souprav</i>	<i>57</i>

<i>Tab. 16.1 – Technické ukazatele a třídy poruch stokových sítí pro tuhé trouby</i>	<i>80</i>
<i>Tab. 16. 2 – Zatřídění dle kódů vztahujících se ke konstrukci</i>	<i>81</i>
<i>Tab. 16. 3 – Zatřídění dle kódů vztahujících se ke konstrukci</i>	<i>82</i>
<i>Tab. 16. 4 – Technický stav stoky, která se nachází na ulici Na Hrázi</i>	<i>83</i>
<i>Tab. 16. 5 – Technický stav stoky, která se nachází na ulici Pod Žamboškou</i>	<i>83</i>

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 4.1 – Stoka	18
Obr. 4.2 – Vejčitý, kruhový a tlamový profil stoky	20
Obr. 4.3 – Betonová vstupní šachta	22
Obr. 8.1 – Schéma měření průtoků, rychlostí a hladin	37
Obr. 8.2 – Porovnání obecného principu vlevo a praktická realizace vpravo	38
Obr. 8.3 - Schéma Ponceletova a Thomsonova přelivu	40
Obr. 8.4 – Průtokoměr KROHNE Optiflux	42
Obr. 8.5 - Elektromagnetický senzor MAG-FLOW	42
Obr. 8.6 – Ultrazvukový průtokoměr a sonda OCM F	44
Obr. 8.7 – Ultrazvukový průtokoměr OCM CF [24].....	45
Obr. 8.8 – Rychlostní sonda firmy ADS ENVIRONMENTAL SERVICES	46
Obr 8.9 - Hladinoměř LEVELIS LU-55	46
Obr. 8.10 – Georadar nad kanalizační stokou připevněný na pojízdný vozík	48
Obr. 8.11 – Georadar EASY LOCATOR	51
Obr. 8.12 – Porovnání zpracování dat ve 3D a 2D modelu	52
Obr. 8.13 – Porovnání měření georadarem LOZA (vlevo) a běžným georadarem	52
Obr. 8.14 – Porovnání měření původních antén (vlevo) a nových	52
Obr. 8.15 – 3D scanner HANDYSCAN	55
Obr. 8.16 - Kontrola stávajícího stavu stoky pomocí šachtové kamery	58
Obr. 8.17- Kontrola stávajícího stavu stoky pomocí šachtové kamey QuickView	58
Obr. 8.18 - Posuvné kamery Agilios a Minicam	59
Obr. 8.19 – Posuvná kamery typu CamMobile	60
Obr. 8.20 – Kamerová souprava TRONIC T40 a rotační hlava TRONIC T40	60
Obr. 8.21 – Kamerový systém ECO-STAR 400	62
Obr. 8.22 – Inspekční kamerový systém REVI 300, REVI 550 a REVI 1200	62
Obr. 9.1 – Porovnání technického stavu stok	65

SUMMARY

The present of this bachelor thesis shows the possible modalities of operational and technical condition of sewer networks, sewer lines and manholes. The first part was treated by research of the determination methods of operating and technical condition. In this part described the major surveys conducted under inspection, maintenance and operation of sewer networks and based on of determination the methods were intended to be carried out. From the wide spectrum of methods that can be used to determine the operational and technical condition of sewer networks were selected few. For each method were described objectives, procedures and instruments used in determining, which was explained by the fundamental principle upon which they work, including those famous manufacturers and suppliers.

To better understand the issue, this section be supplemented with information from the design of sewer networks and sewage connections, which provides the core values of design parameters necessary for the correct design of the sewage system.

The second part of the assessment process of operational and technical condition of the really sewer network in Vsetín and a supporting software in Excel, which is used to identify and assess the technical condition of sewer systems. Its performance was subsequently tested on sections of the sewer network design and carried out by a camera survey segments were classified according to the coding system to EN 13508-2 and TNV 75 7905 (Design). Have been selected to assess two sections of sewer networks, which were built at the same time, the same material using the same technology for their construction. The results suggest that although sewer system was constructed under the same conditions and resources, but has different defects and faults caused by external influences. In this case, a different condition of the sewers, which caused the different static and dynamic stress from transport? In cases where the operation was found unsatisfactory and technical condition of the sewer system, it is appropriate to propose additional CCTV survey identified inadequate measurement of indicators. For this purpose, methods and apparatus which have been described in the first part of this work. To select the type of accessory and measurement process assessment which is based on survey carried out by the camera.

During the design and assessment of sewer systems must take into account all factors that the construction work, trying to identify and early and regular monitoring to prevent their negative influence.

The results of evaluation of technical condition of sewer networks are designed cleaning intervals, control plans, or determining the need for remediation, so care must be taken to determine the correct operational and technical condition of sewer systems which ensure durability and serviceability of the entire drainage system.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Technické ukazatele a třídy poruch stokových sítí pro tuhé trouby

Příloha 2 – Hodnocení kamerového průzkumu dle kódovacího systému ČSN EN 13508-2

Příloha 3 – Vyhodnocení technického stavu stokových sítí

Příloha 1 - Technické ukazatele a třídy poruch stokových sítí pro tuhé trouby

Tab. 16.1 – Technické ukazatele a třídy poruch stokových sítí pro tuhé trouby [56]

TECHNICKÝ UKAZATEL	POPIS PORUCHY		TŘÍDA PORUCHY	TŘÍDA PORUCHY	TŘÍDA PORUCHY	TŘÍDA PORUCHY	TŘÍDA PORUCHY
			5	4	3	2	1
TU 1	zlomená trouby, zborcení stěny kanalizační stoky nebo přípojky		zborcená konstrukce trouby	chybějící části trouby	neposuzuje se		
TU 2 potrubí betonové/kamenné	trhliny a praskliny v potrubí		posunutí části stěny, deformace profilu	podélná/příčná prasklina/trhlina > 0,5 mm, výrazný pokles trub ve spoji, chybí střepl > 10 cm ²	podélná/příčná prasklina/trhlina 0,2-0,5 mm, počínající vznik úlomků, chybí střepl 5-10 cm ²	podélná/příčná prasklina/trhlina a < 0,2 mm, chybí střepl < 5 cm ²	žádné poškození
TU 2 potrubí ze zděných materiálů	praskliny v potrubí		deformace stoky, posun zdiva v trhlínách, chybí cihly nebo část obkladu, viditelná zemina	podélná prasklina > 0,5 cm v klenbě nebo ve dně, chybí cihly nebo část obložení v klenbě nebo ve dně	podélná prasklina 0,1-0,5 cm, chybí cihla nebo část obkladu v klenbě nebo ve dně	podélná prasklina v boku < 0,1 cm, chybí cihla nebo část obkladu	žádné poškození
TU 3	viditelná netěsnost		silný lokální vtok, významný zdroj balastních vod	vtékající voda-tenký/bodový vodní paprsek	průsak vody po kapkách	zřetelná vlhkost	žádná viditelná netěsnost
TU 4	příčné/podélné přesazení konce trub vůči sobě	DN < 300	neurčeno	> 2 cm	1 - 2 cm	< 1 cm	žádné přesazení
		300 < DN < 600		> 3 cm	2 - 3 cm	1 - 2 cm	< 1 cm
		600 < DN < 1000		> 4 cm	3 - 4 cm	2 - 3 cm	< 2 cm
		1000 < DN		> 5 cm	4 - 5 cm	3 - 4 cm	< 3 cm
TU 5	nesprávná axiální poloha uložení potrubí v % jmenovité světlosti DN		neurčeno	> 50 %	25 - 50 %	10 - 25 %	< 10 %
TU 6	prorůstání kořenů		kořenové opony 25 % DN a více	kořenové opony 10-25 % DN	kořenové opony < 10 % DN	jednotlivé kořeny o průměru minimálně 0,5	jednotlivé vlásečnicové kořeny
TU 7 usazeniny	překážky v odtoku		usazeniny > 25 % výšky stoky	usazeniny 10-25 % výšky stoky	usazeniny 5-10 % výšky stoky	usazeniny < 5 % výšky stoky	bez usazenin
TU 7 pevné překážky	překážky v odtoku		usazeniny > 25 % výšky stoky	usazeniny 10-25 % výšky stoky	usazeniny 5-10 % výšky stoky	usazeniny < 5 % výšky stoky	bez usazenin
TU 8	obrus		plošný/vícečetný rýhový obrus o hloubce > 3 cm	plošný/vícečetný rýhový obrus o hloubce 1-3 cm	plošný/vícečetný rýhový obrus o hloubce < 1 cm	nehodnotí se	
TU 9	koroze		značné korozní poškození stěny trouby přecházející do perforace stěny	projevy hloubkové koroze, zasahující do konstrukce stěny v celé délce stokového úseku	povrchové korozní napadení vnitřního povrchu stoky ve > 50 % délky úseku	lokální projevy povrchového korozního napadení vnitřního povrchu stoky	žádné poškození

Příloha 2 – Hodnocení kamerového průzkumu dle kódovacího systému ČSN EN 13508-2

Tab. 16. 2 – Zatřídění dle kódů vztahujících se ke konstrukci [zdroj: K. Škařupová]

INFORMACE O MÍSTĚ PROVÁDĚNÉHO KAMEROVÉHO PRŮZKUMU

Město: Vsetín
Ulice: Pod Žamboškou
Datum: 29.10. 2007
Videopásků č.: VS0087

INFORMACE A HODNOCENÍ ÚSEKU č.1 - Ulice Pod Žamboškou

Úsek: Š 12179 - Š 12180
Materiál potrubí: Beton
Stokový systém: Jednotná stoková soustava
Tvar profilu: Kruhový
Jmenovitá světlost: DN 300
Délka úseku: 50,50 m
Délka prohlídky: 00:20:44

ZATŘÍDĚNÍ DLE KÓDŮ VZTAHUJÍCÍCH SE KE KONSTRUKCI STOK A KANALIZAČNÍCH PŘÍPOJEK

ZACATEK/KONEC	VIDEO	DĚLKA	HLAVNÍ KÓD	TYP PORUCHY	POPIS PORUCHY	POZNÁMKA
Š 12179	00:00:26	2,5 m	BAJ	Posunutý trubní spoj	Vzájemně spojené trouby jsou posunuty oproti předpokládané poloze. (Y) Posun je v XX směru.	viditelná vlhkost
	00:00:29	3,0 m	BAF	Poškození povrchu	Vnitřní plocha stoky je poškozena vlivem mechanického/chemického působení. (A) Zvýšená drsnost.	
	00:01:18	5,6 m	BAJ	Posunutý trubní spoj	Vzájemně spojené trouby jsou posunuty oproti předpokládané poloze. (Y) Posun je v XX směru.	viditelná vlhkost
			BAF	Poškození povrchu	Vnitřní plocha stoky je poškozena vlivem mechanického/chemického působení. (J) Příznaky koroze na povrchu.	
	00:01:50	7,1 m	BAF	Poškození povrchu	Vnitřní plocha stoky je poškozena vlivem mechanického/chemického působení. (J) Příznaky koroze na povrchu.	
	00:02:22	8,6 m	BAJ	Posunutý trubní spoj	Vzájemně spojené trouby jsou posunuty oproti předpokládané poloze. (Y) Posun je v XX směru.	viditelná vlhkost
			BAF	Poškození povrchu	Vnitřní plocha stoky je poškozena vlivem mechanického/chemického působení. (J) Příznaky koroze na povrchu.	
	00:03:16	9,0 m	BAC	Rozložení/destrukce stok	(C) Destrukce - Konstrukce je zcela zničena	provalení, chybi d
	00:03:31	9,6 m	BAJ	Posunutý trubní spoj	Vzájemně spojené trouby jsou posunuty oproti předpokládané poloze. (Y) Posun je v XX směru.	viditelná vlhkost
			BAF	Poškození povrchu	Vnitřní plocha stoky je poškozena vlivem mechanického/chemického působení. (J) Příznaky koroze na povrchu.	

Tab. 16. 3 – Zatřídění dle kódů vztahujících se ke konstrukci [zdroj: K. Škařupová]

INFORMACE O MÍSTĚ PROVÁDĚNĚHO KAMEROVÉHO PRŮZKUMU

Město: Vsetín
Ulice: Pod Žamboškou
Datum: 29.10. 2007
Videopásky č.: VS0087

INFORMACE A HODNOCENÍ ÚSEKU č.1 - Ulice Pod Žamboškou

Úsek: Š 12179 - Š 12180
Materiál potrubí: Beton
Stokový systém: Jednotná stoková soustava
Tvar profilu: Kruhový
Jmenovitá světlost: DN 300
Délka úseku: 50,50 m
Délka prohlídky: 00:20:44

ZATŘIDĚNÍ DLE KODU VZTAHUJÍCÍCH SE K PROVOZU STOK A KANALIZACNÍCH PŘÍPOJEK

ZACATEK/KONEC	VIDEO	DĚLKA	HLAVNÍ KÓD	TYP PORUCHY	POPIS PORUCHY	POZNÁMKA
Š 12179	00:00:00	0,0 m			-	
	00:00:26	2,5 m	BBB	Ulpívající látky	Látky ulpívající na stěně stok a kanalizačních přípojek. (A) Inkrustace.	viditelná vlhkost
			BBF	Infiltrace	Pronikání vody stěnou stok. (A) Zřetelná vlhkost.	
	00:00:55	4,9 m	BBB	Ulpívající látky	Látky ulpívající na stěně stok a kanalizačních přípojek. (A) Inkrustace.	
	00:01:18	5,6 m	BBB	Ulpívající látky	Látky ulpívající na stěně stok a kanalizačních přípojek. (A) Inkrustace.	viditelná vlhkost
			BBF	Infiltrace	Pronikání vody stěnou stok. (A) Zřetelná vlhkost.	
			BBE	Jiné překážky	Předměty ve stokách, které zužují její profil. (Z) Jiný materiál.	
	00:01:32	5,8 m	BBB	Ulpívající látky	Látky ulpívající na stěně stok a kanalizačních přípojek. (A) Inkrustace.	velmi silné násosy na stěnách
			BBE	Jiné překážky	Předměty ve stokách, které zužují její profil. (Z) Jiný materiál.	
	00:01:54	7,3 m	BBB	Ulpívající látky	Látky ulpívající na stěně stok a kanalizačních přípojek. (A) Inkrustace.	velmi silné násosy na stěnách
	00:02:35	8,6 m	BBB	Ulpívající látky	Látky ulpívající na stěně stok a kanalizačních přípojek. (A) Inkrustace.	

Příloha 3 – Vyhodnocení technického stavu stokových sítí

Tab. 16. 4 – Technický stav stoky, která se nachází na ulici Na Hrázi [zdroj: K. Škařupová]

ULICE NA HRÁZI																
ÚSEK STOKY	DÉLKA ÚSEKU	PROFIL STOKY	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9	TU 10	TSVU _i	ZATŘÍDĚNÍ TSVU _i DO KATEGORIE	NZTSVU _i	BZ/LO/OB
	W _j															
	[m]	[mm]	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0				
1	41,7	300	4	5	4	3	1	1	3	3	4		3,70	K4	5	LO/OB
2																
3																

Tab. 16. 5 – Technický stav stoky, která se nachází na ulici Pod Žamboškou [zdroj: K. Škařupová]

ULICE POD ŽAMBOŠKOU																
ÚSEK STOKY	DÉLKA ÚSEKU	PROFIL STOKY	TU 1	TU 2	TU 3	TU 4	TU 5	TU 6	TU 7	TU 8	TU 9	TU 10	TSVU _i	ZATŘÍDĚNÍ TSVU _i DO KATEGORIE	NZTSVU _i	BZ/LO/OB
			W _j													
	[m]	[mm]	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0				
1	50,5	300	4	3	3	4	1	1	2	3	3		3,15	K3	4	LO
2																
3																